BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

ThS. Đỗ Văn Quyền *(Chủ biên)*
CN. Nguyễn Thị Ngân

GIÁO TRÌNH

Kỹ thuật chuyển mạch và tổng đài



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

ThS. Đỗ Văn Quyền (Chủ biên)
CN. Nguyễn Thị Ngân

GIÁO TRÌNH

KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH VÀ TỔNG ĐÀI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm qua, ngành viễn thông đã trải qua một quá trình phát triển lâu dài với nhiều bước ngoặt cả trong phát triển công nghệ và dịch vụ. Mỗi một dịch vụ viễn thông được cung cấp đều dựa trên các kỹ thuật truyền dẫn và chuyển mạch cụ thể. Kỹ thuật chuyển mạch thường kết hợp với các lĩnh vực kỹ thuật công nghệ khác trong một cấu trúc thiết bị hoặc hệ thống các thiết bị hoàn chỉnh như kỹ thuật điều khiển, kỹ thuật truyền dẫn, báo hiệu,... Nhìn chung, mỗi trung tâm chuyển mạch là một hệ thống hoàn chỉnh, rất phức tạp và là sự kết hợp của nhiều lĩnh vực kỹ thuật mà trong đó kỹ thuật chuyển mạch là nền tảng.

"Giáo trình kỹ thuật chuyển mạch và tổng đài" được biên soạn với mục đích giúp cho người đọc nắm bắt được các kỹ thuật chuyển mạch đã và đang được sử dụng ở các tổng đài trong mạng viễn thông.

Nội dung của giáo trình được chia làm 8 chương. Chương 1: Tổng quan về mạng viễn thông. Chương 2: Khái quát hệ thống chuyển mạch số. Chương 3: Kỹ thuật chuyển mạch số. Chương 4: Hệ thống báo hiệu số 7. Chương 5: Kỹ thuật chuyển mạch gói. Chương 6: Chuyển mạch ATM. Chương 7: Chuyển mạch nhãn đa giao thức. Chương 8: Chuyển mạch mềm.

Giáo trình này được biên soạn với mục đích làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành Điện tử viễn thông tại Khoa Công nghệ thông tin – Đại học Thái Nguyên. Bên cạnh đó, nó cũng là một tài liệu tham khảo có ích cho những bạn đọc khác quan tâm.

Dù đã cố gắng rất nhiều khi biên soạn, nhưng chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đọc.

Những ý kiến đóng góp xin gửi về:

Bộ môn Điện tử viễn thông – Khoa Công nghệ thông tin – Đại học Thái Nguyên.

Thái Nguyên, tháng 6 năm 2010

Tác giả

MỤC LỤC

CHƯƠNG I

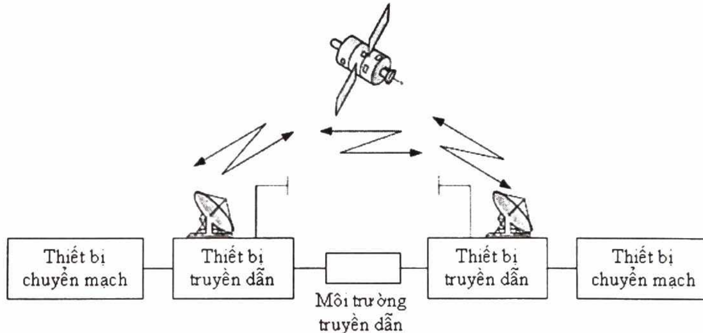
TỔNG QUAN VỀ MẠNG VIỄN THÔNG

1.1. Các mạng viễn thông truyền thống

1.1.1. Khái niệm về mạng viễn thông

Mạng viễn thông là phương tiện truyền đưa thông tin từ đầu phát tới đầu thu. Mạng có nhiệm vụ cung cấp các dịch vụ cho khách hàng.

Mạng viễn thông bao gồm các thành phần chính: thiết bị chuyển mạch, thiết bị truyền dẫn, môi trường truyền và thiết bị đầu cuối.

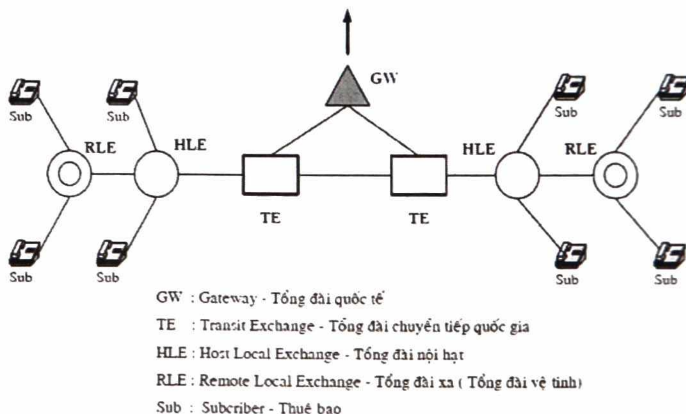


Hình 1.1. *Các thành phần chính của mạng viễn thông.*

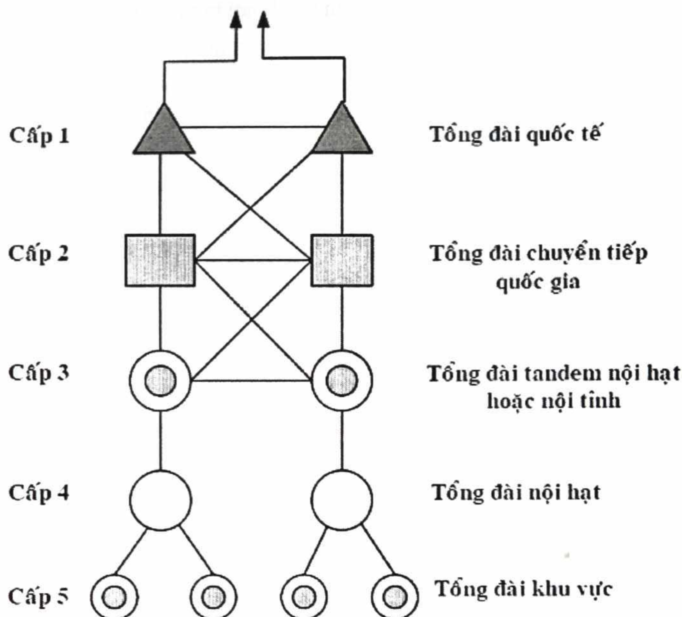
- Thiết bị chuyển mạch gồm có tổng đài nội hạt và tổng đài quá giang. Các thuê bao được nối vào tổng đài nội hạt và tổng đài nội hạt được nối vào tổng đài quá giang. Nhờ các thiết bị chuyển mạch mà đường truyền dẫn được dùng chung và mạng có thể được sử dụng một cách kinh tế.

- Thiết bị truyền dẫn dùng để nối thiết bị đầu cuối với tổng đài, hay giữa các tổng đài để thực hiện việc truyền đưa các tín hiệu điện. Thiết bị truyền dẫn chia làm hai loại: thiết bị truyền dẫn phía thuê bao và thiết bị truyền dẫn cáp quang. Thiết bị truyền dẫn phía thuê bao dùng môi trường thường là cáp kim loại, tuy nhiên có một số trường hợp môi trường truyền là cáp quang hoặc vô tuyến.
- Môi trường truyền bao gồm truyền hữu tuyến và vô tuyến. Truyền hữu tuyến bao gồm cáp kim loại, cáp quang. Truyền vô tuyến bao gồm vi ba, vệ tinh.
- Thiết bị đầu cuối cho mạng thoại truyền thống gồm máy điện thoại, máy Fax, máy tính, tổng đài PABX (Private Automatic Branch Exchange).

Mạng viễn thông cũng có thể được định nghĩa như sau: Mạng viễn thông là một hệ thống gồm các nút chuyển mạch được nối với nhau bằng các đường truyền dẫn. Nút được phân thành nhiều cấp và kết hợp với các đường truyền dẫn tạo thành các cấp mạng khác nhau.



Hình 1.2. *Cấu hình mạng cơ bản.*



Hình 1.3. *Cấu trúc mạng phân cấp.*

Mạng viễn thông hiện nay được chia thành nhiều loại. Đó là mạng mắc lưới, mạng sao, mạng tổng hợp, mạng vòng kín và mạng thang. Các loại mạng này có ưu điểm và nhược điểm khác nhau để phù hợp với các đặc điểm của từng vùng địa lý (trung tâm, hải đảo, biên giới) hay vùng lưu lượng (lưu thoại cao, thấp). Mạng viễn thông hiện nay được phân cấp như hình 1.3.

Trong mạng hiện nay gồm 5 nút:

– Nút cấp 1: trung tâm chuyển mạch quá giang quốc tế.

– Nút cấp 2: trung tâm chuyển mạch quá giang đường dài.

– Nút cấp 3: trung tâm chuyển mạch quá giang nội hạt.

– Nút cấp 4: trung tâm chuyển mạch nội hạt.

– Nút cấp 5: trung tâm chuyển mạch từ xa.

1.1.2. Các đặc điểm của mạng viễn thông hiện nay

Các mạng viễn thông hiện tại có đặc điểm chung là tồn tại một cách riêng lẻ, ứng với mỗi loại dịch vụ thông tin lại có ít nhất một loại mạng viễn thông riêng biệt để phục vụ dịch vụ nó.

- Mạng Telex: dùng để gửi các bức điện dưới dạng ký tự đã được mã hoá bằng 5 bit (mã Baudot). Tốc độ truyền rất thấp (từ 75 tới 300 bit/s).
- Mạng điện thoại công cộng, còn gọi là mạng POTS (Plain Old Telephone Service): ở đây thông tin tiếng nói được số hóa và chuyển mạch ở hệ thống chuyển mạch điện thoại công cộng PSTN.
- Mạng truyền số liệu: bao gồm các mạng chuyển mạch gói để trao đổi số liệu giữa các máy tính dựa trên giao thức của X.25 và hệ thống truyền số liệu chuyển mạch kênh dựa trên các giao thức X.21.
- Các tín hiệu truyền hình có thể được truyền theo ba cách: truyền bằng sóng vô tuyến, truyền qua hệ thống mạng truyền hình cáp CATV (Community Antenna Television) bằng cáp đồng trục hoặc truyền qua hệ thống vệ tinh hay còn gọi là truyền hình trực tiếp DBS (Direct Broadcast System).
- Trong phạm vi cơ quan, số liệu giữa các máy tính được trao đổi thông qua mạng cục bộ LAN (Local Area Network) mà nổi tiếng nhất là mạng Ethernet, Token Bus và Token Ring.

Mỗi mạng được thiết kế cho các dịch vụ riêng biệt và không thể sử dụng cho các mục đích khác. Ví dụ ta không thể truyền tiếng nói qua mạng chuyển mạch gói X.25 vì trễ qua mạng này quá lớn. Người ta chia mạng Viễn thông theo các khía cạnh sau:

- Xét về góc độ kỹ thuật bao gồm các mạng chuyển mạch, mạng truyền dẫn, mạng truy nhập, mạng báo hiệu và mạng đồng bộ.
- Xét về góc độ dịch vụ thì mạng Viễn thông gồm các mạng sau: mạng điện thoại cố định, mạng điện thoại di động và mạng truyền số liệu:

PSTN (Public Switching Telephone Network)

Là mạng chuyển mạch thoại công cộng. PSTN phục vụ thoại và bao gồm hai loại tổng đài: tổng đài nội hạt (cấp 5), và tổng đài tandem(tổng đài quá giang nội hạt, cấp 4). Tổng đài tandem được nối vào các tổng đài Toll để giảm mức phân cấp. Phương pháp nâng cấp các tandem là bổ sung cho mỗi nút một ATM core. Các ATM core sẽ cung cấp dịch vụ băng rộng cho thuê bao, đồng thời hợp nhất các mạng số liệu hiện nay vào mạng chung ISDN. Các tổng đài cấp 4 và cấp 5 là các tổng đài loại lớn. Các tổng đài này có kiến trúc tập trung, cấu trúc phần mềm và phần cứng độc quyền.

ISDN (Integrated Service Digital Network)

Là mạng số tích hợp dịch vụ. ISDN cung cấp nhiều loại ứng dụng thoại và phi thoại trong cùng một mạng và xây dựng giao tiếp người sử dụng – mạng đa dịch vụ bằng một số giới hạn các kết nối ISDN cung cấp nhiều ứng dụng khác nhau bao gồm các kết nối chuyển mạch và không chuyển mạch. Các kết nối chuyển mạch của ISDN bao gồm nhiều chuyển mạch thực, chuyển mạch gói và sự kết hợp của chúng. Các dịch vụ mới phải tương hợp với các kết nối chuyển mạch số 64 kbit/s. ISDN phải chứa sự thông minh để cung cấp cho các dịch vụ, bảo dưỡng và các chức năng quản lý mạng, tuy nhiên tính thông minh này có thể không đủ để cho một vài dịch vụ mới và cần được tăng cường từ mạng hoặc từ sự thông minh thích ứng trong các thiết bị đầu cuối của người sử dụng. Sử dụng kiến trúc phân lớp làm đặc trưng của truy xuất ISDN. Truy xuất của người sử dụng đến

nguồn ISDN có thể khác nhau tùy thuộc vào dịch vụ yêu cầu và tình trạng ISDN của từng quốc gia.

PSDN (Public Switching Data Network)

Là mạng chuyển mạch số liệu công cộng. PSDN chủ yếu cung cấp các dịch vụ số liệu. Mạng PSDN bao gồm các PoP (Point of Presence) và các thiết bị truy nhập từ xa. Hiện nay PSDN đang phát triển với tốc độ rất nhanh do sự bùng nổ của dịch vụ Internet và các mạng riêng ảo (Virtual Private Network).

Mạng di động GSM (Global System for Mobile Telecom)

Là mạng cung cấp dịch vụ thoại tương tự như PSTN nhưng qua đường truy nhập vô tuyến. Mạng này chuyển mạch dựa trên công nghệ ghép kênh phân thời gian và công nghệ ghép kênh phân tần số. Các thành phần cơ bản của mạng này là: BSC (Base Station Controller), BTS (Base Transfer Station), HLR (Home Location Register), VLR (Visitor Location Register) và MS (Mobile Subscriber).

Hiện nay các nhà cung cấp dịch vụ thu được lợi nhuận phần lớn từ các dịch vụ như leased line, Frame Relay, ATM, và các dịch vụ kết nối cơ bản. Tuy nhiên xu hướng giảm lợi nhuận từ các dịch vụ này bắt buộc các nhà khai thác phải tìm dịch vụ mới dựa trên IP để đảm bảo lợi nhuận lâu dài. VPN là một hướng đi của các nhà khai thác. Các dịch vụ dựa trên nền IP cung cấp kết nối giữa một nhóm các người dùng xuyên qua mạng hạ tầng công cộng. VPN có thể đáp ứng các nhu cầu của khách hàng bằng các kết nối dạng một vài tới một vài, các lớp đa dịch vụ, các dịch vụ giá thành quản lý thấp, riêng tư, tích hợp xuyên suốt cùng với các mạng Intranet/Extranet. Một nhóm các người dùng trong Intranet và Extranet có thể hoạt động thông qua mạng có định tuyến IP. Các mạng riêng ảo có chi phí vận hành thấp hơn hẳn so với mạng riêng trên phương tiện quản lý, băng thông và dung lượng. Hiểu một cách đơn giản, VPN là một mạng mở rộng tự quản như một

sự lựa chọn cơ sở hạ tầng của mạng WAN. VPN có thể liên kết các người dùng thuộc một nhóm kín hay giữa các nhóm khác nhau. VPN được định nghĩa bằng một chế độ quản lý. Các thuê bao VPN có thể di chuyển đến một kết nối mềm dẻo trải dài từ mạng cục bộ đến mạng hoàn chỉnh. Các thuê bao này có thể dùng trong cùng (Intranet) hoặc khác (Extranet) tổ chức. Tuy nhiên cần lưu ý rằng hiện nay mạng PSTN/ISDN vẫn đang là mạng cung cấp các dịch vụ dữ liệu.

1.1.3. Sơ lược mạng viễn thông Việt Nam

Cấu trúc mạng

Để phục vụ cho các dịch vụ thông tin như thoại, số liệu, fax, telex và các dịch vụ khác như điện thoại di động , nhắn tin,... nên nước ta hiện nay ngoài mạng chuyển mạch công cộng còn có các mạng của một số dịch vụ khác. Riêng mạng Telex không kết nối với mạng thoại của VNPT, còn các mạng khác đều được kết nối vào mạng của VNPT thông qua các kênh trung kế hoặc các bộ MSU (Main Switch Unit), một số khác lại truy nhập vào mạng PSTN qua các kênh thuê bao bình thường, sử dụng kỹ thuật DLC (Digital Loop Carrier), kỹ thuật truy nhập vô tuyến,...

Về cấu trúc mạng, mạng viễn thông của VNPT hiện nay chia thành 3 cấp: cấp quốc tế, cấp quốc gia, cấp nội tỉnh/thành phố.

Xét về khía cạnh các chức năng của các hệ thống thiết bị trên mạng thì mạng viễn thông bao gồm: mạng chuyển mạch, mạng truy nhập, mạng truyền dẫn và các mạng chức năng.

Mạng chuyển mạch

Mạng chuyển mạch có 4 cấp (dựa trên các cấp tổng đài chuyển mạch): quá giang quốc tế, quá giang đường dài, nội tỉnh và nội hạt. Riêng tại thành phố Hồ Chí Minh có thêm cấp quá giang nội hạt.

Hiện nay mạng VNPT đã có các trung tâm chuyển mạch quốc tế và chuyển mạch quốc gia ở Hà Nội, Đà Nẵng, Thành phố Hồ Chí

Minh. Mạch của các bưu điện tỉnh cũng đang phát triển mở rộng. Nhiều tỉnh, thành phố xuất hiện các cấu trúc mạng với nhiều tổng đài Host, các thành phố lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh đã và đang triển khai các Tandem nội hạt.

Mạng viễn thông của VNPT hiện tại được chia làm 5 cấp, trong tương lai sẽ được giảm từ 5 cấp xuống 4 cấp.

Mạng này do các thành viên của VNPT điều hành: đó là VTI, VTN và các bưu điện tỉnh. VTI quản lý các tổng đài chuyển mạch quá giang quốc tế, VTN quản lý các tổng đài chuyển mạch quá giang đường dài tại 3 trung tâm Hà Nội, Đà Nẵng và TpHCM. Phần còn lại do các bưu điện tỉnh quản lý.

Các loại tổng đài có trên mạng viễn thông Việt Nam: A1000E của Alcatel, NEAX61Σ của NEC, AXE10 của Ericsson, EWSD của Siemens.

Các công nghệ chuyển mạch được sử dụng: chuyển mạch kênh (PSTN), X.25 relay, ATM (số liệu).

Nhìn chung mạng chuyển mạch tại Việt Nam còn nhiều cấp và việc điều khiển bị phân tán trong mạng (điều khiển nằm tại các tổng đài).

Mạng truyền dẫn

Các hệ thống thiết bị truyền dẫn trên mạng viễn thông VNPT hiện nay chủ yếu sử dụng hai loại công nghệ là: cáp quang SDH và viba PDH. Mạng truyền dẫn có 2 cấp: mạng truyền dẫn liên tỉnh và mạng truyền dẫn nội tỉnh.

- Mạng truyền dẫn liên tỉnh: Bao gồm các hệ thống truyền dẫn bằng cáp quang, bằng vô tuyến.

• Mạng truyền dẫn liên tỉnh bằng cáp quang: Mạng truyền dẫn đường trục quốc gia nối giữa Hà Nội và TpHCM dài 4000km, sử dụng

STM-16/2F-BSHR, được chia thành 4 vòng ring tại Hà Tĩnh, Đà Nẵng, Qui Nhơn và TpHCM.

Vòng 1: Hà Nội – Hà Tĩnh (884km)

Vòng 2: Hà Tĩnh – Đà Nẵng (834km)

Vòng 3: Đà Nẵng – Qui Nhơn (817km)

Vòng 4: Qui Nhơn – TpHCM (1424km)

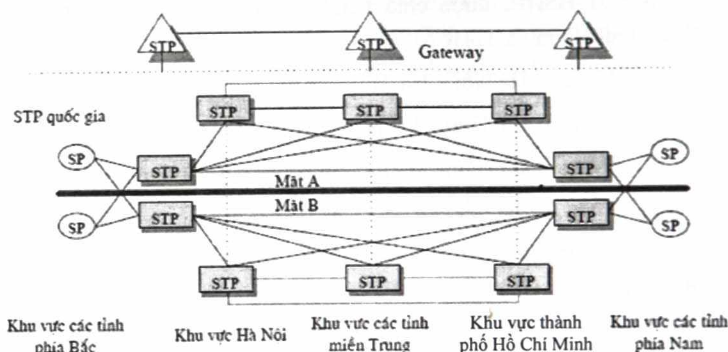
Các đường truyền dẫn khác: Hà Nội – Hải Phòng, Hà Nội – Hòa Bình, TpHCM – Vũng Tàu, Hà Nội – Phủ Lý – Nam Định, Đà Nẵng – Tam Kỳ. Các tuyến truyền dẫn liên tỉnh này dùng STM-4. Riêng tuyến Hà Nội – Nam Định, Đà Nẵng – Tam Kỳ vẫn còn sử dụng PDH, trong tương lai sẽ thay thế bằng SDH.

- Mạng truyền dẫn liên tỉnh bằng vô tuyến: Dùng hệ thống vi ba SDH (STM-1, dung lượng 155Mbps), PDH (dung lượng 4Mbps, 6Mbps, 140Mbps). Chỉ có tuyến Bãi Cháy – Hòn Gai dùng SDH, các tuyến khác dùng PDH.

\- Mạng truyền dẫn nội tỉnh: Khoảng 88% các tuyến truyền dẫn nội tỉnh sử dụng hệ thống viba. Trong tương lai khi nhu cầu tải tăng thì các tuyến này sẽ được thay thế bởi hệ thống truyền dẫn quang.

Mạng báo hiệu

Hiện nay trên mạng viễn thông Việt Nam sử dụng cả hai loại báo hiệu R2 và SS7. Mạng báo hiệu số 7 (SS7) được đưa vào khai thác tại Việt Nam theo chiến lược triển khai từ trên xuống dưới theo tiêu chuẩn của ITU (khai thác thử nghiệm từ năm 1995 tại VTN và VTI). Cho đến nay, mạng báo hiệu số 7 đã hình thành với một cấp STP (điểm chuyển mạch báo hiệu) tại 3 trung tâm (Hà Nội, Đà Nẵng, TP. Hồ Chí Minh) của 3 khu vực (Bắc, Trung, Nam) và đã phục vụ khá hiệu quả.



Hình 1.4. *Mạng báo hiệu Việt Nam.*

Báo hiệu cho PSTN ta có R2 và SS7, đối với mạng truyền số liệu qua IP có H.323, đối với ISDN có báo hiệu kênh D, Q.931, …

Mạng đồng bộ

Mạng đồng bộ của VNPT đã thực hiện xây dựng giai đoạn 1 và giai đoạn 2 với ba đồng hồ chủ PRC tại Hà Nội, Đà Nẵng, TP Hồ Chí Minh và một số đồng hồ thứ cấp SSU. Mạng đồng bộ Việt Nam hoạt động theo nguyên tắc chủ tớ có dự phòng, bao gồm 4 cấp, hai loại giao diện chuyển giao tín hiệu đồng bộ chủ yếu là 2 MHz và 2 Mb/s. Pha 3 của quá trình phát triển mạng đồng bộ đang được triển khai nhằm nâng cao hơn nữa chất lượng mạng và chất lượng dịch vụ.

Các cấp của mạng đồng bộ được phân thành 4 cấp như sau:

- Cấp 0: cấp đồng hồ chủ.
- Cấp 1: cấp nút quốc tế và nút quốc gia.
- Cấp 2: cấp nút nội hạt.
- Cấp 3: cấp nút nội hạt.

Mạng được phân thành 3 vùng độc lập, mỗi vùng có 2 đồng hồ mẫu, một đồng hồ chính (Cesium) và một đồng hồ dự phòng (GSP).

Các đồng hồ này được đặt tại trung tâm của 3 vùng và được điều chỉnh theo phương thức cần đồng bộ.

Các tổng đài quốc tế và Toll trong vùng được điều khiển bởi đồng hồ chủ theo phương pháp chủ tớ.

Các tổng đài Tandem và Host tại các tỉnh hoạt động bám theo các tổng đài Toll theo phương pháp chủ tớ. Các tổng đài huyện (RSS) cũng hoạt động bám theo các Host theo phương pháp chủ tớ.

Mạng quản lý

Dự án xây dựng trung tâm quản lý mạng viễn thông quốc gia đang trong quá trình chuẩn bị để tiến tới triển khai.

Các nhà cung cấp dịch vụ

Ở nước ta có 2 dạng nhà cung cấp dịch vụ: đó là các nhà cung cấp dịch vụ truyền thống (chủ yếu là thoại) và nhà cung cấp dịch vụ mới (các dịch vụ số liệu, Internet, ...).

Các nhà khai thác dịch vụ truyền thống bao gồm tổng công ty bưu chính viễn thông Việt Nam (VNPT), công ty viễn thông quân đội (Vietel), công ty cổ phần viễn thông Sài Gòn (SPT), công ty viễn thông điện lực (ETC).

Các nhà khai thác dịch vụ mới bao gồm FPT, SPT, Netnam, ...

1.1.4. Các công cụ hoạch định mạng

Kế hoạch đánh số

Trong phần này, chúng ta sẽ tìm hiểu về các định dạng của các con số (thỉnh thoảng gọi là các địa chỉ) dùng để nhận dạng các thuê bao của các mạng Viễn thông.

- Số thuê bao (số thư mục): Vùng địa lý của một quốc gia được chia thành các vùng đánh số riêng rẽ và các số thuê bao (SN – Subscriber numbers) nhận dạng các đường dây thuê bao trong một vùng đánh số cụ thể. Một SN bao gồm một mã tổng đài (EC – Exchange Code) để nhận dạng một tổng đài trong một

vùng đánh số, được biểu diễn bởi một số đường truyền (LN) như sau: SN = EC + LN.

- Số quốc gia: Trong một nước, một thuê bao được nhận dạng bởi một số quốc gia (NN – National Number), bao gồm một mã vùng (AC – Area Code), mã vùng là mã dùng để nhận dạng vùng đánh số, được biểu diễn bởi một số thuê bao như sau:

  NN = AC + SL = AC + EC + LN

- Số quốc tế: Trên thế giới một thuê bao được nhận dạng bởi một số quốc tế (IN – International Number). Số này bao gồm một mã quốc gia (CC – Country Code), được biểu diễn theo một số quốc gia như sau:

  IN = CC + NN = CC + AC+ EC + LN

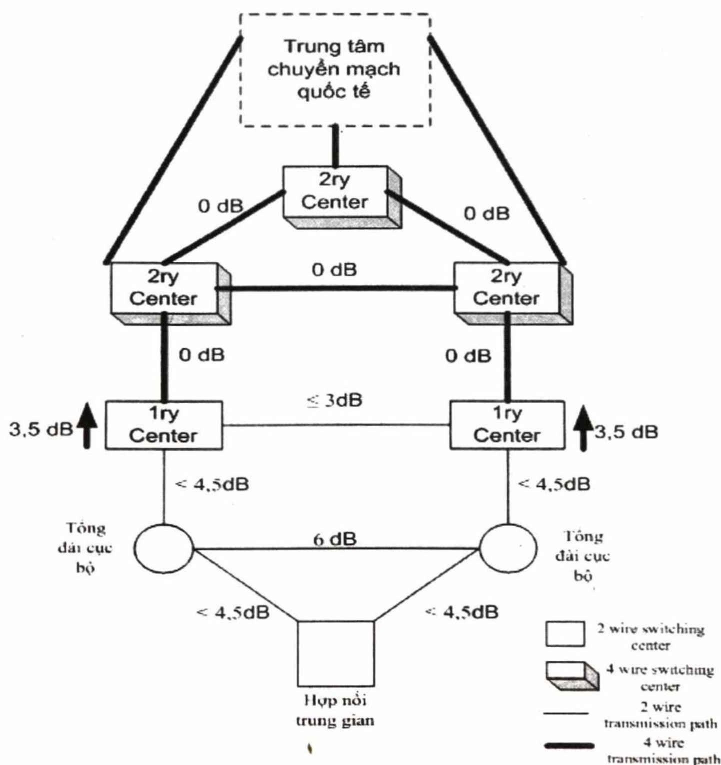
Khi một thuê bao S1 gọi một thuê bao được đặt ở cùng một vùng đánh số, thì thuê bao S1 không quay số thuê bao SN. Nếu thuê bao được gọi sống ở cùng một nước nhưng ở một vùng khác thì S1 quay số NN và nếu thuê bao được gọi sống ở một nước khác thì S1 cần phải quay số IN.

Kế hoạch đánh số quốc gia thì định nghĩa các định dạng của thuê bao và của số quốc gia. Hầu hết các quốc gia đều có kế hoạch đánh số của riêng mình.

Kế hoạch truyền dẫn

Kiến trúc thực tế của bất kỳ một mạng đều phụ thuộc vào một số các yếu tố, một trong những yếu tố quan trọng nhất là các tiêu chuẩn truyền dẫn. Bất kỳ một tín hiệu nào được truyền đều mắc phải hiện tượng suy giảm, mức độ suy giảm tỉ lệ với chiều dài của đường truyền dẫn. Quá trình chuyển mạch trong tổng đài cũng làm suy giảm tín hiệu. Để tất cả các cuộc gọi được chấp nhận cần phải giữ sự đồng dạng của tiếng nói để người nghe hiểu được, vì vậy một kế hoạch truyền dẫn cho mạng luôn luôn được yêu cầu. Một kế hoạch truyền dẫn tính toán các thất thoát tối đa cho phép của tất cả các loại đường truyền, đồng thời cũng tính toán các thất thoát tối thiểu, bởi vì những

tiếng lào xào do suy giảm trong tín hiệu tiếng nói là không thể chấp nhận được. Hình 1.5 trình bày một ví dụ của một kế hoạch truyền, trên đó chỉ ra các thất thoát thông qua đại lượng Decibels (dB). Các thất thoát này có được bằng nhiều phương pháp đo đạc khác nhau trong nhiều mạng khác nhau.



Hình 1.5. *Ví dụ về một kế hoạch truyền dẫn.*

Trong các mạng nội hạt, các kết nối của thuê bao bao gồm các cặp dây đồng, mỗi thuê bao được cấp một cặp. Chúng được coi như là

phần đầu tư quan trọng và kém hiệu quả vì lượng tải trung bình hàng ngày trên mỗi thuê bao là rất thấp. Giá thành được giảm tối thiểu bằng cách dùng các dây có chỉ số gauge thấp. Tuy nhiên, các dây mảnh hơn có độ suy giảm lớn hơn trên một đơn vị chiều dài. Vì vậy cần phải giới hạn chiều dài các kết nối thuê bao. Điều này ảnh hưởng vị trí của các tổng đài và hoạch định vùng mạng nội hạt.

Trong mạng hợp nối, các tuyến giữa các tổng đài được dùng phù hợp với yêu cầu của tải, và cường độ tải trên chúng cao hơn trong mạng nội hạt. Vì vậy phải dùng các dây có chỉ số gauge cao hơn để giảm thiểu mức suy giảm tín hiệu trên một đơn vị chiều dài. Vì suy giảm không ổn định nên một vài tuyến có qui mô lớn hơn so với khuếch đại tỏ ra không kinh tế và ít được dùng. Trong những năm gần đây người ta dùng truyền dẫn số trong mạng hợp nối, dùng kỹ thuật điều chế xung theo mã (PCM) khắc phục được vấn đề nêu trên. Thuộc tính vốn có của PCM là dùng các đường dẫn riêng biệt cho mỗi hướng truyền, tái tạo tín hiệu thay vì khuếch đại đem đến chất lượng truyền dẫn cao hơn cũng như ổn định hơn.

Cường độ tải trung bình trên các tuyến trung kế lớn hơn hoặc bằng với cường độ tải trên mạng hợp nối. Tải trung kế được tập trung từ số lớn các thuê bao, và các tuyến được hỗ trợ một cách chính xác để phù hợp với nhu cầu thực tế (ngược lại các mạch nội hạt phải được hỗ trợ một cách tùy ý không phụ thuộc vào tải trên chúng). Hơn nữa, mạng trung kế thực hiện một số lượng lớn cả các điểm chuyển mạch và các đường truyền dẫn. Do đó nó trở thành một thành phần cần làm việc khẩn trương và hiệu quả cao tránh tình trạng thất thoát trong việc xử lý các cuộc gọi. Điều này có thể thực hiện được bằng cách xây dựng các chiến lược định tuyến để giới hạn số lượng các liên kết trung kế trong mỗi cuộc gọi, bằng cách khuếch đại trên các tuyến analog và dùng kỹ thuật truyền dẫn số.

Vì các bộ khuếch đại là các thiết bị không định hướng nên các mạch 4 dây được dùng trên các tuyến analog có khuếch đại. Bộ chuyển đổi 2 dây sang 4 dây được dùng ở những nơi mạch trung kế

khuếch đại 4 dây được nối với các trung tâm chuyển mạch 2 dây. Do đó, một khi sự truyền 4 dây đang được sử dụng thì các trung tâm chuyển mạch 4 dây trở nên được ưa chuộng hơn. Một chiến lược định tuyến thường được dùng nhất là nếu một cuộc gọi yêu cầu nhiều hơn hai liên kết trung kế, chúng sẽ được định tuyến qua tầng cao nhất của mạng trung kế trùng với các tổng đài 4 dây và các đường truyền dẫn riêng. Sự khuếch đại giảm thất thoát qua mạng tạo điều kiện mức thất thoát có thể bằng không.

Vấn đề suy giảm được khắc phục một cách đáng kể trong các mạng truyền dẫn số và có ưu thế về chuyển mạch. Bản chất tự nhiên của truyền dẫn số có thể đạt được sự ổn định trong công tác truyền dẫn, nhờ có các bộ lặp (repeater) tái sinh tín hiệu số, hơn hẳn phương pháp khuếch đại trong truyền dẫn tương tự về khả năng kháng nhiễu (noise). Thực vậy, trong mạng số hóa hoàn toàn, sự suy giảm còn được xem như một phương pháp nhân tạo để tạo cảm giác dễ chịu cho người nghe. Do đó, trong môi trường số hóa tất cả các kết nối là rất tốt. Hơn nữa hiện nay chuyển mạch số rẻ hơn chuyển mạch tương tự. Tất cả hệ thống mạng hiện đại đều dựa trên cả chuyển mạch số và truyền dẫn số. Thực tế hiện tại cáp quang đã được thay thế cho các môi trường truyền dẫn khác.

Rõ ràng trong tất cả các cuộc gọi quốc tế sẽ dùng một số các liên kết truyền dẫn ít nhất là của hai quốc gia, nó đòi hỏi phải có khuếch đại và tái sinh tín hiệu. Tất cả các cuộc gọi quốc tế do đó sẽ được hỗ trợ các đường truyền 4 dây cũng như chuyển mạch 4 dây ngay tại tổng đài chuyển mạch quốc tế. Các đường cáp xuyên đại dương và các đường viba được cung cấp bởi các vệ tinh hình thành nên các đường truyền quốc tế cơ bản, và các cầu vi ba được dùng phủ kín trong các mạng châu lục. Sự phản xạ tín hiệu ở tầng đối lưu được dùng để thông tin với những vùng nằm bên kia chân trời. Ví dụ giữa một quốc gia trên đất liền với các đảo xa hay các tàu dầu. Tất cả các đường truyền dẫn quốc tế mới thông qua vệ tinh và đường cáp xuyên biển đều là

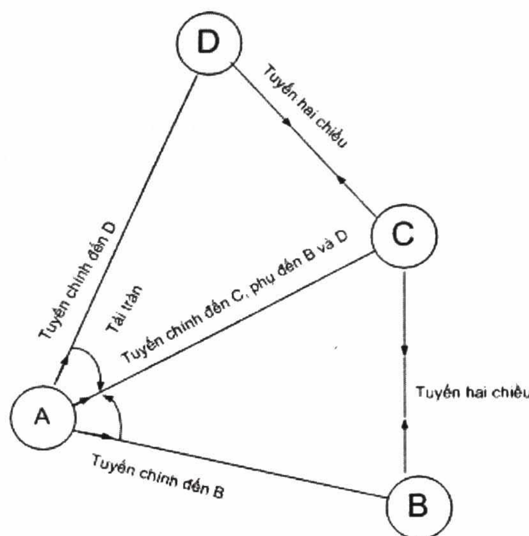
đường truyền dẫn số, ứng dụng nhiều kỹ thuật mới như cáp quang làm gia tăng chất lượng đường truyền quốc tế.

Kế hoạch định tuyến

Kế hoạch thứ 3 rất quan trọng để điều hành mạng, nó quyết định tính hiệu quả hoạt động của mạng, đó là kế hoạch định tuyến. Kế hoạch này định ra tất cả các tiêu chuẩn định tuyến cho các cuộc gọi dưới mọi tình huống. Nó chỉ ra rằng trong một mạng hợp nối một cuộc gọi có thể được định tuyến giữa hai tổng đài hoặc qua một liên kết trực tiếp hay qua một hay nhiều điểm trung gian. Liên kết trực tiếp được cung cấp tùy theo một tiêu chuẩn nào đó, chẳng hạn như nếu tải lớn hơn một mức qui định giữa hai tổng đài và các qui định này là cụ thể hóa các tiêu chuẩn, là một phần của kế hoạch định tuyến.

Tương tự, trong mạng trung kế, kế hoạch định tuyến bao gồm các luật xác định nhiệm vụ cần thiết của các tổng đài trung kế, làm thế nào chúng nối với nhau, chúng có kiến trúc phân cấp hay không, hay tất cả trên một mạng ngang hàng. Trong các mạng tương tự, kế hoạch định tuyến bị ảnh hưởng bởi kế hoạch truyền, nó định ra số tối đa các liên kết không cần khuyếch đại có thể được dùng trên một cuộc gọi, và do đó chỉ ra số liên kết hợp nối tối đa, vì tất cả các liên kết trung kế đều được khuếch đại, và cũng chỉ ra số tối đa các liên kết khuếch đại 4 dây khi chuyển mạch 2 dây được dùng. Bởi vì mỗi liên kết phải có một thất thoát xác định (tiêu biểu là 3 dB) để đảm bảo tính ổn định. Trong một mạng số có nhiều điều lưu ý khác trong kế hoạch định tuyến.

Có nhiều khía cạnh về kế hoạch định tuyến. Ví dụ các mạch trên bất kỳ một tuyến nào là "một hướng" hay "hai hướng"; điều này có nghĩa là chúng có thể tiếp nhận cuộc gọi trên một hướng hay cả hai hướng. Kế hoạch định tuyến phải có các luật cho các quyết định phù hợp với tính kinh tế và kỹ thuật, và xem các mạch hai hướng có hữu ích trên mọi tuyến hay không.



Hình 1.6. *Định tuyến tự động có hai lựa chọn.*

Một lưu ý khác là định tuyến dự phòng có được dùng hay không. Định tuyến dự phòng là quá trình cung cấp một sự lựa chọn thứ hai cho các cuộc gọi khi chúng vấp phải sự tắc nghẽn trên lựa chọn thứ nhất. Ví dụ trên hình 1.6 có một tuyến trực tiếp giữa hai tổng đài A và B, tải giữa hai tổng đài thông thường được cung cấp một tuyến. Tuy nhiên, nếu không có mạch nào rảnh trên tuyến trực tiếp này thì bất kỳ một cuộc gọi mới nào sẽ bị mất trừ khi có một tuyến thứ 2 để chọn. Trong hình, một chọn lựa thứ 2 như vậy được chỉ qua tổng đài C. Định tuyến dự phòng không những cung cấp một tuyến dự phòng trong dịch vụ tổng quát mà còn được thiết kế với mục tiêu đảm bảo sử dụng hiệu quả cả hai tuyến (tuyến thứ nhất và tuyến thứ 2). Có thể chỉ định tuyến có hiệu quả cao hơn là tuyến đầu tiên, trong trường hợp này là tuyến có ít mạch phục vụ cho tải. Lượng tải thừa ra được chia cho tuyến thứ 2. Cả hai tuyến luôn được sử dụng một cách có hiệu

quả. Các tuyến AB và AD là tuyến hiệu quả cao, và tuyến AC là tuyến hỗ trợ lượng tải thừa từ AB và AD cũng như trực tiếp từ A đến C.

Với các thiết bị điều khiển cơ, các chỉ thị định tuyến được xây dựng sẵn với các dây dẫn phức tạp. Do đó rất khó và tốn nhiều thời gian để thay đổi chúng. Các tổng đài số hiện đại linh hoạt hơn; các chỉ thị định tuyến tồn tại dưới dạng phần mềm trong bộ nhớ máy tính được thay đổi dễ dàng và nhanh chóng. Do đó, các tuyến dự phòng động được cung cấp cho phép định tuyến lại tức thời(trên cơ sở tạm thời) ngay khi có tắc nghẽn nghiêm trọng xảy ra hay khi các thành phần của mạng bị hư. Định tuyến động trở thành một đối tượng của hệ thống quản lý mạng, mục tiêu của nó là tối ưu việc sử dụng mạng dưới mọi điều kiện.

Tải trên mạng điện thoại

Số lượng các cuộc gọi mà một mạch hay một nhóm mạch có thể tải trong một khoảng thời gian cho trước phụ thuộc vào các thời gian nắm giữ và các mẫu cuộc gọi đến. Ví dụ nếu thời gian nắm giữ cuộc gọi là 3 phút, và các cuộc gọi đến định kỳ mỗi 3 phút 1 lần, giả sử mỗi khoảng thời gian đến của một cuộc gọi tiếp ngay sau khi kết thúc khoảng thời gian trước đó, một mạch đơn theo lý thuyết có thể mang 20 cuộc gọi trong một giờ sẽ gần như toàn bộ 60 phút một cách chính xác, hay 100% thời gian. Nếu một cuộc gọi thứ 21 đến trong khoảng thời gian một giờ đó, nó sẽ vấp phải sự tắc nghẽn và thất bại.

Mặt khác, nếu thời gian giữ mỗi cuộc gọi là 2 phút, mạch này có thể thực hiện tối đa 30 cuộc gọi theo lý thuyết. Tuy nhiên trong thực tế, các cuộc gọi có các khoảng thời gian chiếm mạch khác nhau, và tốc độ truy cập không ổn định. Thật vậy nếu 20 cuộc gọi đến trong khoảng thời gian một giờ, thì vẫn có thể bị chồng lấn lên nhau ngay cả thời gian giữ mạch trung bình là 3 phút hay ít hơn, một số sẽ bị thất bại. Vì vậy bất kể các cuộc gọi bị mất, thời gian chiếm mạch hiệu quả cũng nhỏ hơn 100%.

Trong khi có thể hiểu thời gian sở hữu mạch liên hệ với số lượng các cuộc được thực hiện không được liên hệ một cách đơn giản với số cuộc gọi cung cấp. Thời gian chiếm hữu là một thực thể có thể đo lường và được xem như là tải được chuyển. Tổng thời gian của các cuộc gọi chia cho khoảng thời gian giám sát(với các đơn vị tính trước) gọi là cường độ tải. Đơn vị tính là erlang (E).

Trong ví dụ ở trên, một mạch được gán 60 phút chiếm hữu mạch trong khoảng thời gian 1 giờ, do đó cường độ tải là một erlang.

Tương tự, cường độ tải có thể được tính toán cho một nhóm mạch. Ví dụ trên hình 1.7 trình bày một nhóm 5 mạch, mỗi mạch thực hiện một số các cuộc gọi trong khoảng thời gian 2 giờ. Các cuộc gọi bị thất bại do tắc nghẽn không tính đến.

Trong nhóm này:

Tổng thời gian gọi= 349 phút.

Cường độ tải= 349/(2x60) = 2,9 erlang(E).

Cường độ tải trên một mạch = 2,9/5 = 0,58E.

Cường độ tải cũng có thể được tính bằng cách đo lường ngay tức thời, trong trường hợp này nó bằng số cuộc gọi trung bình được xử lý.

$$A = C \times h/T$$

Trong đó: C là số cuộc gọi được xử lý trong thời gian cho trước;

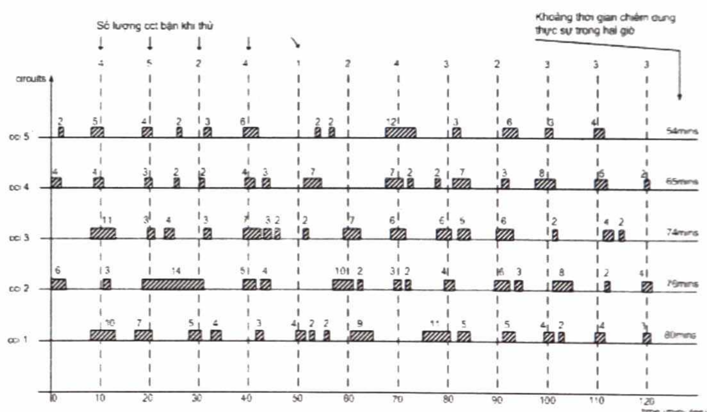
h là thời gian gọi trung bình trên một cuộc gọi;

T là thời gian xem xét.

Để xác định một cách chính xác khả năng của các tổng đài và các tuyến, đồng thời dự đoán cường độ tải trong tương lai khi xét duyệt các kế hoạch mạng, cần phải đo lường tải tại các điểm khác nhau trong mạng. Trong khi mong muốn đạt được các kết quả chính xác hoàn hảo thì việc gắn các đồng hồ đo tải vào mỗi mạch đầu cuối trên tổng đài là không kinh tế. Một phương pháp lấy mẫu thuận tiện hơn sẽ được dùng. Trong tổng đài SPC việc ghi được thực hiện qua phần

mềm, nó có thể thực hiện giám sát toàn bộ. Tuy nhiên việc xử lý dữ liệu có thể rất nặng nề và đắt tiền.

Các ý nghĩa chủ yếu của việc lấy mẫu là kiểm tra các mạch trong khoảng thời gian chiếm hữu theo định kỳ.Tổng số thời gian gọi được phát hiện được chia cho số lần kiểm thử để có được thời gian gọi trung bình. Ví dụ, nếu kiểm thử nhóm của các mạch như trong hình 1.7 được thực hiện mỗi 10 phút, như trình bày bằng các đường dọc, thời gian các mạch bận là 36 phút trong khoảng 2 giờ. Vì có 12 mẫu, tải trung bình được thực hiện bởi nhóm được tính bằng 36/12 = 3,0E. Điều này rất giống với giá trị trung bình 349/120 = 2,9E đạt được bằng cách chia tổng thời gian bận thực tế với khoảng thời gian xem xét tính bằng phút.



Hình 1.7. *Lược đồ biểu diễn sự chiếm giữ của các cct trong một nhóm gồm 5 mạch được giám sát định kỳ 10 giây.*

Tải thay đổi tùy vào thời gian trong ngày, các ngày trong tuần, mùa và vị trí địa lý. Các thuê bao cá nhân thực hiện cuộc gọi một cách ngẫu nhiên, mỗi tổng đài và mỗi tuyến trải qua các khoảng thời gian cao điểm sử dụng trong mỗi ngày. Trong các tổng đài thuộc vùng kinh

tế trọng điểm, giờ cao điểm thường là buổi sáng. Trong các vùng dân cư có thể xảy ra vào buổi tối. Trong các vùng trọng điểm kinh tế, tải giảm vào ngày chủ nhật và thường cao điểm vào giữa tuần. Mặt khác tải quốc nội cao điểm vào cuối tuần khi các gia đình sum họp và giá cước giảm. Tải quốc tế thường gia tăng vào mùa hè.

Tương tự, tải từ các thuê bao cá nhân thì yếu hơn. Trong một ngày chỉ vài cuộc gọi, tải trên các thuê bao này chỉ có cường độ khoảng 0,33 erlang. Tuy nhiên, vì tải từ nhiều thuê bao đổ về một tổng đài, mức trung bình tải lớn hơn có thể dự đoán được trong bất cứ thời gian cho trước nào. Khi tải qua quá trình xử lý của tổng đài nó trở nên trong suốt hơn. Trên các tuyến hợp nối cũng như các đường trung kế tải trở nên thuần thục và trong suốt. Các tuyến này có khả năng vận chuyển lớn hơn mức tối đa có thể. Cũng tương tự, một tổng đài được thiết kế với các thiết bị có khả năng thực thi cho lượng tải dự đoán thay vì căn cứ trên tổng tải của thuê bao trong trường hợp cùng khởi động đồng thời. Điều này nhận ra rằng sẽ có trường hợp một cuộc gọi đến tổng đài sẽ không được đáp ứng.

Khả năng thực thi tải lớn nhất vấp phải sự giám sát liên tục bởi các thiết bị sử dụng theo chế độ ngắn hạn, vì vậy mức thất thoát cho phép được chọn và khả năng tải đạt đến một mức độ cho trước với mức thất thoát qui định trong giờ cao điểm. Ví dụ, nếu một cuộc gọi thất bại trong một trăm cuộc gọi thì hoàn toàn có thể chấp nhận được.

Các nghiên cứu toán học về lưu thoại hay lý thuyết về lưu lượng trên mạng Viễn thông được dùng để đảm bảo khả năng thất thoát cuộc gọi ở một mức độ có thể chấp nhận được đối với các thuê bao, đồng thời có tính kinh tế đối với sự giám sát. Tuy nhiên, cần nhớ rằng các đường nội hạt phải được cung cấp trên mỗi thuê bao và đây là các nguồn phát cơ bản của tất cả tải.

Số lượng chính xác của thiết bị, hay mạch được cung cấp bằng cách tính toán từ các bảng được dẫn xuất từ lý thuyết lưu lượng. Như trong tất cả các ứng dụng toán học, tính chất thay đổi cần phải được

xem xét các điều kiện bên trong tổng đài, tải ngẫu nhiên, và dùng phép phân bố xác suất để xấp xỉ số lượng tải.

Để kế hoạch đầy đủ thì cần đo lường tải trong suốt thời gian bận. Trong những năm gần đây, nhằm gia tăng việc dùng điện thoại, cả trong phạm vi quốc gia cũng như các vùng kinh tế trọng điểm, thời gian bận được tăng thêm một số giờ và khoảng thời gian đo lường phù hợp không phải luôn luôn trùng một cách chính xác với thời gian cao điểm. Đôi khi các kết quả là không đầy đủ nhưng hoạt động ghi trong các tổng đài SPC có thể hạn chế được vấn đề này.

1.1.5. Hoạch định mạng

Nhu cầu trên các mạng luôn thay đổi. Một hoạt động kinh tế mới phát triển sẽ tạo ra một lượng tải mới. Các khách hàng mới yêu cầu kết cuối trên các tổng đài nội hạt. Các ý tưởng mới có thể tạo ra các cao điểm tải trên mạng, cũng có thể là một yêu cầu một sắp xếp đặc biệt nào đó, nếu chúng không gây ra tắc nghẽn mạng. Các dịch vụ mới dùng điện thoại, như là thư điện tử, facsimile và truyền dữ liệu có thể có các đặc tính tải khác nhau so với tải truyền thống trên mạng điện thoại.

Để các mạng khác nhau có thể tiếp tục với các yêu cầu thay đổi các mẫu tải, chúng phải thường xuyên được chỉnh lại. Chúng phải được nhìn nhận tổng quát dưới dạng các câu hỏi sau:

- Khi nào cần cung cấp một tuyến trực tiếp giữa hai tổng đài hay gia tăng số lượng các mạch trên một tuyến có sẵn?
- Khi nào cần lắp thêm tổng đài mới?
- Nơi nào sẽ lắp đặt?

Các quyết định này cấu thành một nguyên tắc hoạch định mạng. Nó yêu cầu các sự kiện, các luật điều hành và một cơ cấu để thực thi. Các sự kiện có được từ việc đo lường tải trên tất cả các tổng đài. Các luật điều hành bao gồm các chỉ dẫn theo lý thuyết, các khía cạnh chọn lựa kinh tế, và khả năng của tổng đài cũng như của thiết bị truyền dẫn.

Các luật được thiết kế để tối ưu giá thành và năng lực kiểm soát tải của mạng. Cơ cấu phải xác định được phạm vi mà luật áp dụng, và cung cấp các kế hoạch như đã thảo luận ở trên cũng như công tác báo hiệu và một kế hoạch tính cước. Công việc xác định sau cùng là giá cả dịch vụ, bảo trì giám sát mạng thu từ thuê bao như thế nào.

Các kế hoạch rõ ràng có ảnh hưởng với nhau, trong mối tương quan chúng kết hợp các chỉ tiêu kỹ thuật (như các giới hạn truyền dẫn) với các chính sách và cân nhắc về kinh tế (ví dụ như giá cước). Tuy nhiên, tất cả các quyết định đều phải có hiệu quả về giá thành. Do đó, không những cần phải biết một tổng đài mới cần thiết cho một vùng nào đó, mà còn cần thiết xác định chính xác vị trí nào tổng đài sẽ được đặt. Tổng giá thành của thiết bị chuyển mạch, kế hoạch truyền dẫn, và sự điều tiết phải là tối ưu. Việc cân đối dựa trên giá cả hiện hành, kỹ thuật được dùng. Do đó một kỹ thuật mới được đưa ra không những do lợi ích của nó mà còn hiệu quả về kinh tế.

1.2. Mạng viễn thông thế hệ mới NGN (Next Generation Network)

1.2.1. Định nghĩa

Mạng viễn thông thế hệ mới có nhiều tên gọi khác nhau, chẳng hạn như:

- Mạng đa dịch vụ (cung cấp nhiều loại dịch vụ khác nhau).
- Mạng hội tụ (hỗ trợ cho cả lưu lượng thoại và dữ liệu, cấu trúc mạng hội tụ).
- Mạng phân phối (phân phối tính thông minh cho mọi phần tử trong mạng).
- Mạng nhiều lớp (mạng được phân phối ra nhiều lớp mạng có chức năng độc lập nhưng hỗ trợ nhau thay vì một khối thống nhất như trong mạng TDM).

Cho tới hiện nay, mặc dù các tổ chức viễn thông quốc tế và cùng các nhà cung cấp thiết bị viễn thông trên thế giới đều rất quan tâm và nghiên cứu về chiến lược phát triển NGN nhưng vẫn chưa có một định nghĩa cụ thể và chính xác nào cho mạng NGN. Do đó định nghĩa mạng NGN nêu ra ở đây không thể bao hàm hết mọi chi tiết về mạng thế hệ mới, nhưng nó có thể tương đối là khái niệm chung nhất khi đề cập đến NGN.

Bắt nguồn từ sự phát triển của công nghệ thông tin, công nghệ chuyển mạch gói và công nghệ truyền dẫn băng rộng, mạng thông tin thế hệ mới (NGN) ra đời là mạng có cơ sở hạ tầng thông tin duy nhất dựa trên công nghệ chuyển mạch gói, triển khai các dịch vụ một cách đa dạng và nhanh chóng, đáp ứng sự hội tụ giữa thoại và số liệu, giữa cố định và di động.

Như vậy, có thể xem mạng thông tin thế hệ mới là sự tích hợp mạng thoại PSTN, chủ yếu dựa trên kỹ thuật TDM, với mạng chuyển mạch gói, dựa trên kỹ thuật IP/ATM. Nó có thể truyền tải tất cả các dịch vụ vốn có của PSTN đồng thời cũng có thể nhập một lượng dữ liệu rất lớn vào mạng IP, nhờ đó có thể giảm nhẹ gánh nặng của PSTN.

Tuy nhiên, NGN không chỉ đơn thuần là sự hội tụ giữa thoại và dữ liệu mà còn là sự hội tụ giữa truyền dẫn quang và công nghệ gói, giữa mạng cố định và di động. Vấn đề chủ đạo ở đây là làm sao có thể tận dụng hết lợi thế đem đến từ quá trình hội tụ này. Một vấn đề quan trọng khác là sự bùng nổ nhu cầu của người sử dụng cho một khối lượng lớn dịch vụ và ứng dụng phức tạp bao gồm cả đa phương tiện, phần lớn trong đó là không được trù liệu khi xây dựng các hệ thống mạng hiện nay.

1.2.2. Đặc điểm của mạng NGN

Mạng NGN có bốn đặc điểm chính:

- Nền tảng là hệ thống mạng mở.

- Mạng NGN là do mạng dịch vụ thúc đẩy, nhưng dịch vụ phải thực hiện độc lập với mạng lưới.
- Mạng NGN là mạng chuyển mạch gói, dựa trên một giao thức thống nhất.
- Là mạng có dung lượng ngày càng tăng, có tính thích ứng cũng ngày càng tăng, có đủ dung lượng để đáp ứng nhu cầu.

Trước hết, do áp dụng cơ cấu mở mà:

- Các khối chức năng của tổng đài truyền thống chia thành các phần tử mạng độc lập, các phần tử được phân theo chức năng tương ứng, và phát triển một cách độc lập.
- Giao diện và giao thức giữa các bộ phận phải dựa trên các tiêu chuẩn tương ứng.

Việc phân tách làm cho mạng viễn thông vốn có dần dần đi theo hướng mới, nhà kinh doanh có thể căn cứ vào nhu cầu dịch vụ để tự tổ hợp các phần tử khi tổ chức mạng lưới. Việc tiêu chuẩn hóa giao thức giữa các phần tử có thể thực hiện nối thông giữa các mạng có cấu hình khác nhau.

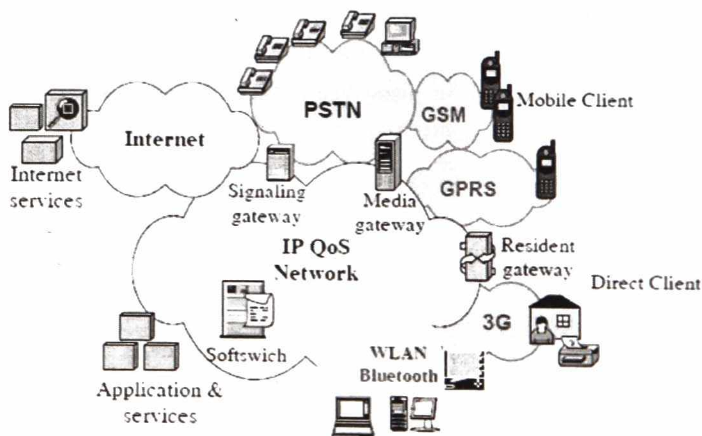
Thứ hai, mạng NGN là mạng dịch vụ thúc đẩy, với đặc điểm của:

- Chia tách dịch vụ với điều khiển cuộc gọi.
- Chia tách cuộc gọi với truyền tải.

Mục tiêu chính của chia tách là làm cho *dịch vụ thực sự độc lập với mạng,* thực hiện một cách linh hoạt và có hiệu quả việc cung cấp dịch vụ. Thuê bao có thể tự bố trí và xác định đặc trưng dịch vụ của mình, không quan tâm đến mạng truyền tải dịch vụ và loại hình đầu cuối. Điều đó làm cho việc cung cấp dịch vụ và ứng dụng có tính linh hoạt cao.

Thứ ba, NGN là mạng chuyển mạch gói, giao thức thống nhất. Mạng thông tin hiện nay, dù là mạng viễn thông, mạng máy tính hay mạng truyền hình cáp, đều không thể lấy một trong các mạng đó làm nền tảng để xây dựng cơ sở hạ tầng thông tin. Nhưng mấy năm gần

đây, cùng với sự phát triển của công nghệ IP, người ta mới nhận thấy rõ ràng là mạng viễn thông, mạng máy tính và mạng truyền hình cáp cuối cùng rồi cũng tích hợp trong một mạng IP thống nhất, đó là xu thế lớn mà người ta thường gọi là "dung hợp ba mạng". Giao thức IP làm cho các dịch vụ lấy IP làm cơ sở đều có thể thực hiện nối thông các mạng khác nhau; con người lần đầu tiên có được giao thức thống nhất mà ba mạng lớn đều có thể chấp nhận được; đặt cơ sở vững chắc về mặt kỹ thuật cho hạ tầng cơ sở thông tin quốc gia (NII). Giao thức IP thực tế đã trở thành giao thức ứng dụng vạn năng và bắt đầu được sử dụng làm cơ sở cho các mạng đa dịch vụ, mặc dù hiện tại vẫn còn ở thế bất lợi so với các chuyển mạch kênh về mặt khả năng hỗ trợ lưu lượng thoại và cung cấp chất lượng dịch vụ đảm bảo cho số liệu. Tốc độ đổi mới nhanh chóng trong thế giới Internet, mà nó được tạo điều kiện bởi sự phát triển của các tiêu chuẩn mở sẽ sớm khắc phục những thiếu sót này.



Hình 1.8. *Topo mạng thế hệ mới (NGN).*

1.2.3. Các công nghệ trong mạng NGN

Công nghệ chuyển mạch

Chuyển mạch cũng là một thành phần trong lớp mạng chuyển tải của cấu trúc NGN nhưng có những thay đổi lớn về mặt công nghệ so với các thiết bị chuyển mạch TDM trước đây. Công nghệ chuyển mạch của mạng thế hệ mới là IP, ATM, ATM/IP hay MPLS thì hiện nay vẫn chưa xác định rõ, tuy nhiên nói chung là dựa trên công nghệ chuyển mạch gói, cho phép hoạt động với nhiều tốc độ và dịch vụ khác nhau.

Công nghệ truyền dẫn

Trong cấu trúc mạng thế hệ mới, truyền dẫn là một thành phần của lớp kết nối (bao gồm chuyển tải và truy nhập). Công nghệ truyền dẫn của mạng thế hệ mới là SDH, WDM với khả năng hoạt động mềm dẻo, linh hoạt, thuận tiện cho khai thác và điều hành quản lý.

Các tuyến truyền dẫn SDH hiện có và đang được tiếp tục triển khai rộng rãi trên mạng viễn thông là sự phát triển đúng hướng theo cấu trúc mạng mới. Cần tiếp tục phát triển các hệ thống truyền dẫn công nghệ SDH và WDM, hạn chế sử dụng công nghệ PDH.

- Cáp quang:

- Hiện nay trên 60% lưu lượng thông tin được truyền đi trên toàn thế giới được truyền trên mạng quang. Công nghệ truyền dẫn quang SDH cho phép tạo trên đường truyền dẫn tốc độc cao (n* 155 Mb/s) với khả năng bảo vệ của các mạch vòng đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước và ở Việt Nam.

- WDM cho phép sử dụng độ rộng băng tần rất lớn của sợi quang bằng cách kết hợp một số tín hiệu ghép kênh theo thời gian với độ dài các bước sóng khác nhau và ta có thể sử dụng được các cửa sổ không gian, thời gian và độ dài bước sóng. Công nghệ WDM cho phép nâng tốc độ truyền dẫn lên 5Gb/s, 10Gb/s và 20Gb/s.

- Vô tuyến:

- Viba: Công nghệ truyền dẫn SDH cũng phát triển trong lĩnh vực vi ba, tuy nhiên do những hạn chế của môi trường truyền dẫn sóng vô tuyến nên tốc độ và chất lượng truyền dẫn không cao so với công nghệ truyền dẫn quang.

- Vệ tinh: Vệ tinh quỹ đạo thấp (LEO – Low Earth Orbit), vệ tinh quỹ đạo trung bình (MEO – Medium Earth Orbit). Các loại hình dịch vụ vệ tinh đã rất phát triển như: DTH tương tác, truy nhập Internet, các dịch vụ băng rộng, HDTV… Ngoài các ứng dụng phổ biến đối với nhu cầu thông tin quảng bá, viễn thông nông thôn, với sự kết hợp sử dụng các ưu điểm của công nghệ CDMA, thông tin vệ tinh ngày càng có xu hướng phát triển đặc biệt trong lĩnh vực thông tin di động, thông tin cá nhân,…

Công nghệ mạng truy cập

Trong xu hướng phát triển NGN sẽ duy trì nhiều loại hình mạng truy nhập vào một môi truyền dẫn chung như:

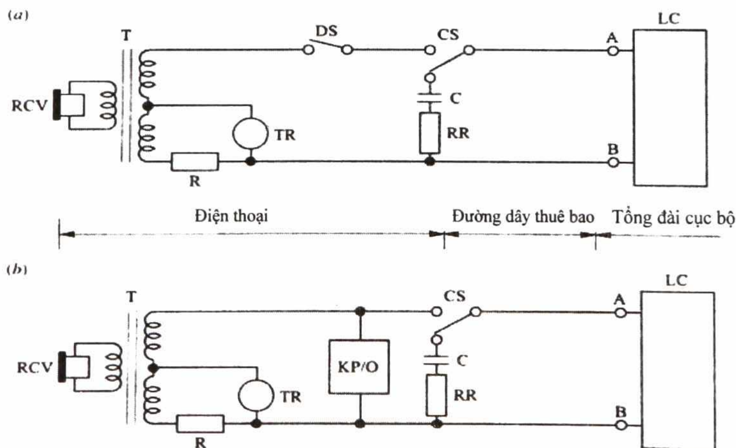
- Mạng truy nhập quang, và phát triển mạng truy nhập băng rộng.
- Mạng truy nhập vô tuyến.
- Các phương thức truy nhập cáp đồng: HDSL, ADSL.

CHƯƠNG II

KHÁI QUÁT HỆ THỐNG CHUYỂN MẠCH SỐ

2.1. Phân tích một cuộc gọi

Để mô tả hệ thống chuyển mạch, tiến trình của một cuộc gọi xem như trải qua 10 tầng. Các tầng này được minh họa dưới đây và được tóm tắt trong hai lược đồ. Trong đó hình 2.1 mô tả tiến trình của một cuộc gọi nội hạt nhìn từ thuê bao gọi và tổng đài nội hạt. Hình 2.3 mô tả các tầng của một cuộc gọi liên quan đến tổng đài thứ hai, từ góc nhìn của tổng đài thứ nhất.



Hình 2.1. *Các thành phần của điện thoại khi đang đặt ống nghe.*

2.1.1. Tín hiệu nhấc máy (off-hook)

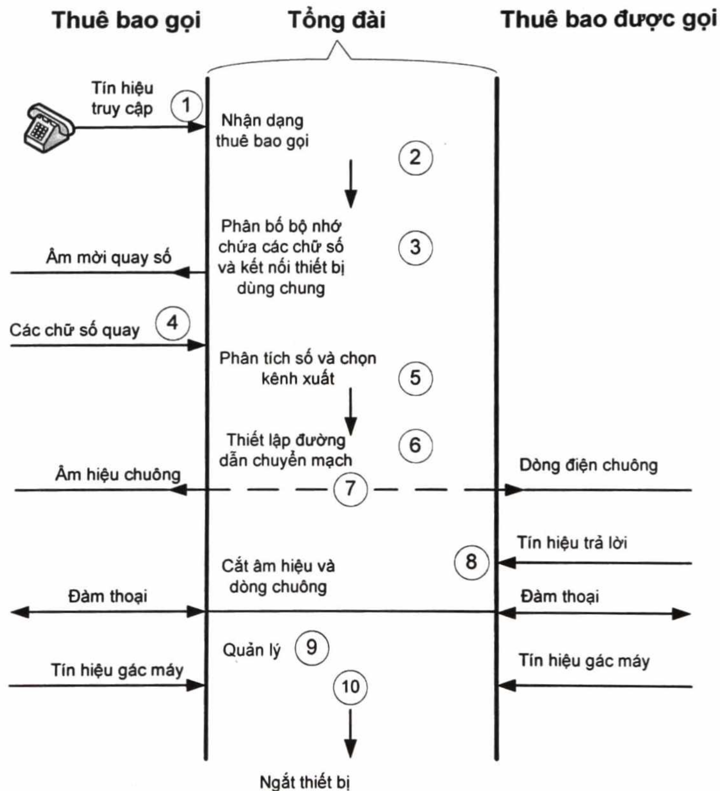
Một thuê bao muốn thực hiện một cuộc gọi trước hết phải nhấc ống nghe. Thủ tục cần thiết này phát ra tín hiệu nhấc máy còn gọi là tín hiệu truy cập đường truyền, nó thông báo với tổng đài để chuẩn bị điều khiển cuộc gọi. Việc nhấc ống nghe làm giải phóng một tiếp điểm, điều này tạo thành một mạch vòng giữa tổng đài và điện thoại. Khi mạch này hình thành, một thiết bị bên trong tổng đài được kích hoạt và một loạt các tín hiệu hướng đến các phần thích hợp của tổng đài được khởi phát. Khi ống nghe được đặt xuống ở trạng thái rảnh rỗi, tiếp điểm bị ấn xuống tín hiệu truy cập gửi đến tổng đài không còn nữa, mạch vòng bị cắt và cuộc gọi không còn thực thi, nhờ vậy tiết kiệm được năng lượng. Hình 2.1 chỉ ra mô hình mạch điện vòng giữa điện thoại và tổng đài nội bộ. Năng lượng trên đường dây thuê bao được cấp bởi nguồn pin trong tổng đài, vì nó yêu cầu dòng một chiều. Nguồn pin được sạc bởi nguồn điện xoay chiều thông qua bộ chỉnh lưu, và là nguồn duy trì cung cấp điện cho tổng đài trong một thời gian xác định khi nguồn điện chính bị hư.

2.1.2. Sự nhận dạng thuê bao gọi

Cuộc gọi được phát hiện tại đơn vị kết cuối đường thuê bao thực hiện gọi (SLTU – Subcriber Line Terminal Unit) trong tổng đài, đơn vị này đã được quy định chỉ số thiết bị (EN – Equipment Number). Chỉ số này cần được dịch sang chỉ số thư mục của thuê bao (DN – Directory Number). Do đó, cần phải dùng các bảng dịch. Trong tổng đài cơ, chúng được giữ trong bộ dây nối logic. Trong tổng đài SPC, chúng được giữ trong bộ nhớ của máy tính.

Hệ thống điều khiển cũng cần phải nhận dạng thuê bao gọi vì hai lý do. Thứ nhất, thuê bao cần phải trả cước cho cuộc gọi. Thứ hai, cần tiến hành thủ tục kiểm tra xem thuê bao có được phép thực hiện một cuộc gọi đường dài hay không. Thông tin cần thiết được lưu trữ trong

các bản ghi (một phần tử của một tổ chức lưu trữ) mô tả chủng loại dịch vụ của thuê bao. Có một bản ghi phân loại dịch vụ cho mỗi kết cuối trên tổng đài nhằm lưu trữ các dạng thông tin về kết cuối.



Hình 2.2. *Trình tự của một cuộc gọi nội hạt.*

2.1.3. Sự phân phối bộ nhớ và kết nối các thiết bị dùng chung

Một chức năng thuộc về nguyên lý bên trong tổng đài là điều khiển. Một vài yếu tố logic phải làm sáng tỏ các sự kiện trong quá trình thực thi cuộc gọi, đưa ra các quyết định hành động cần thiết và khởi động các hoạt động khác. Khi tổng đài nhận một tín hiệu truy cập (off-hook signal), hệ thống điều khiển phải phân phối thiết bị dùng chung cho cuộc gọi và cung cấp một đường dẫn cho nó bắt đầu từ đường dây gọi. Điều này hình thành nên nhóm thiết bị bị chiếm dụng lâu, thiết bị này cần thiết trong suốt cuộc gọi và loại thiết bị sử dụng ngắn hạn chỉ cần trong giai đoạn thiết lập cuộc gọi mà thôi. Trong các tổng đài tương tự, cầu truyền dẫn phân tách đường tiếng mang tín hiệu xoay chiều với thành phần một chiều xuyên qua tổng đài là một ví dụ về loại thiết bị thứ nhất. Trong các tổng đài SPC là bản ghi của cuộc gọi, nó là một vùng của bộ nhớ bị chiếm giữ trong suốt tiến trình cuộc gọi. Loại thiết bị thứ hai gồm bộ thu và lưu trữ các chữ số cấu thành địa chỉ của thuê bao được gọi. Các chữ số này không những nhận dạng thuê bao được gọi mà còn cung cấp thông tin cần thiết để định tuyến cuộc gọi xuyên qua mạng.

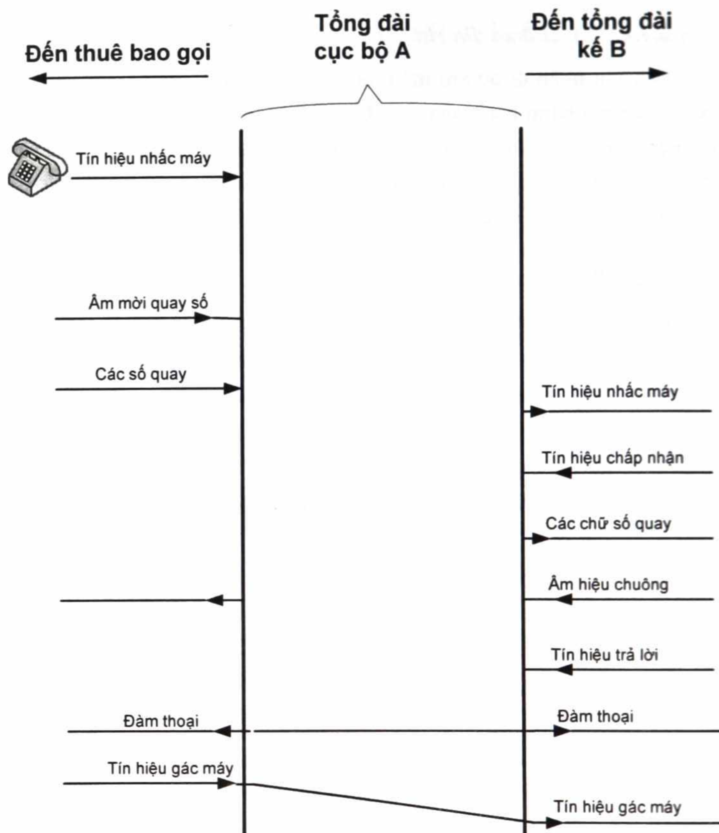
Trong một tổng đài cơ, các chữ số được lưu giữ trong thanh ghi và trong tổng đài SPC được lưu trữ trong bộ nhớ. Khi bộ nhớ đã được phân phối, một âm hiệu mời quay số (dial tone) được gửi đến thuê bao gọi để báo rằng tổng đài sẵn sàng tiếp nhận các chữ số địa chỉ. Vì tổng đài được thiết kế với các thiết bị lưu trữ trên cơ sở dự báo lưu lượng gọi đến thay cho lưu lượng tổng cộng tối đa khi các thuê bao thực hiện đồng loạt cuộc gọi, do đó có lúc thiếu bộ nhớ. Tuy nhiên, thuê bao sẽ được thông báo điều này qua sự kiện tạm thời không có âm hiệu mời quay số được gửi từ tổng đài. Trong tổng đài SPC, khả năng này được giảm thiểu bằng cách gia tăng kích thước bộ nhớ, mặc dù vậy điều này chỉ có ích khi năng lực xử lý bắt kịp với sự gia tăng tốc độ cuộc gọi đến.

2.1.4. Các chữ số địa chỉ

Sau khi nhận được âm hiệu mời quay số, thuê bao nhập vào các chữ số địa chỉ bằng cách quay số. Các chữ số được gửi dưới dạng các tín hiệu đến tổng đài và được lưu trữ tại đó. Hoạt động báo hiệu là khía cạnh hết sức quan trọng trong hệ thống điện thoại và sẽ được trình bày ở các mục sau.

2.1.5. Phân tích chữ số

Hệ thống điều khiển phải phân tích các chữ số để xác định tuyến đi ra từ tổng đài cho cuộc gọi. Nếu cuộc gọi hướng đến thuê bao thuộc tổng đài nội bộ thì chỉ có một mạch có thể được định tuyến là đường dây thuê bao được gọi. Nếu đường dây đang làm việc với cuộc đàm thoại khác thì cuộc gọi không thể thực hiện và tín hiệu bận được gửi đến thuê bao gọi. Mặt khác nếu cuộc gọi hướng đến một thuê bao thuộc tổng đài ở xa, nó có thể được phân phối bất kỳ một mạch nào trên tuyến thích hợp đi ra khỏi tổng đài gốc, việc phân phối bao gồm cả tuyến dự phòng. Nếu tất cả các mạch đều bận, tín hiệu báo bận cũng được gửi đến thuê bao và cuộc gọi bị từ chối. Nếu có một mạch thích hợp đang rảnh, nó sẽ bị bắt lấy và sẽ không thể sử dụng cho bất kỳ cuộc gọi nào khác. Trong các tổng đài cơ điện, việc chiếm giữ này tác động một điều kiện về mức điện vào thiết bị kết cuối của mạch và thường được xem như thao tác đánh dấu (marking). Điều này cũng tương tự như trong các tổng đài SPC. Tuy nhiên thông tin về mạch thường được lưu giữ trong các bảng dưới dạng phần mềm, trong trường hợp này một mã chỉ định trong vùng dữ liệu cho trước chỉ ra trạng thái của một mạch.



Hình 2.3. *Tiến trình của một cuộc gọi được định tuyến qua một tổng đài thứ hai.*

2.1.6. Thiết lập đường dẫn chuyển mạch

Lúc này hệ thống điều khiển biết được các danh định của mạch nhập và mạch xuất. Nhiệm vụ kế tiếp của nó là chọn đường dẫn giữa

chúng thông qua các chuyển mạch của tổng đài. Bên trong các hệ thống chuyển mạch có các giải thuật chọn các đường dẫn chuyển mạch thích hợp. Mỗi điểm chuyển mạch trên đường dẫn đã chọn phải được kiểm tra để đảm bảo rằng nó không trong trạng thái phục vụ cho cuộc gọi khác và chiếm lấy nếu nó rảnh. Một lần nữa, điều này được thực hiện trong các tổng đài cơ điện bằng cách kiểm tra các điều kiện điện, và trong các tổng đài SPC bằng cách dò và chèn vào các mục nhập trong các bảng đã được sắp xếp. Trong các tổng đài cơ điện, thanh ghi (được dùng để nhận và lưu trữ các chữ số) phải xóa kết nối khi đường dẫn đã được thiết lập.

2.1.7. Dòng chuông và âm hiệu chuông

Một tín hiệu phải được gửi đến đầu xa để tiến hành cuộc gọi. Nếu thuê bao được gọi là cục bộ, điều này được thực hiện thông qua việc gửi dòng điện chuông đến kích hoạt chuông trong máy điện thoại được gọi. Nếu thuê bao không phải cục bộ, một tín hiệu truy cập phải được gửi đến tổng đài kế tiếp, như trình bày trên hình 2.3, nhằm kích hoạt nó tiến hành các thao tác riêng. Các thao tác này tương tự như những gì được mô tả trong các phần trên đây, bao gồm các tín hiệu gửi lại tổng đài nguồn. Khi tất cả các kết nối đã được thiết lập cho phép cuộc gọi tiến hành trên mạng nội hạt hoặc mạng hợp nối hoặc mạng trung kế, dòng điện chuông được gửi đến thuê bao đầu xa và âm hiệu chuông được gửi đến thuê bao gọi.

2.1.8. Tín hiệu trả lời

Một tín hiệu trả lời nhận từ thuê bao đầu xa (trong trường hợp này là tín hiệu truy cập) hay từ tổng đài khác, được nhận biết bởi hệ thống điều khiển của tổng đài cục bộ. Sự truyền phải được chấp thuận trên đường truyền dẫn chuyển mạch đã chọn xuyên qua tổng đài. Dòng điện chuông và âm hiệu chuông phải được xóa trên đường dây thuê bao đầu xa và thuê bao gọi. Sau đó hai phần này được nối với

nhau và công việc tính cước cuộc gọi này đối với thuê bao gọi được khởi động.

2.1.9. Giám sát

Trong khi cuộc gọi đang được tiến hành, công việc giám sát cũng được thực thi để tính cước và phát hiện tín hiệu xóa cuộc gọi. Công việc giám sát cũng thực hiện quét tất cả các dây kết cuối trên tổng đài để phát hiện tín hiệu truy cập của cuộc gọi mới.

2.1.10. Tín hiệu xóa kết nối

Khi nhận tín hiệu xóa kết nối (được phát ra bởi thuê bao gọi hoặc thuê bao được gọi), thiết bị tổng đài hay bộ nhớ được dùng trong kết nối phải được giải phóng và sẵn sàng sử dụng cho các cuộc gọi khác.

Trong các mạng được quản lý và bảo trì một cách hiệu quả, hệ thống giám sát yêu cầu thu thập dữ liệu trên mỗi cuộc gọi. Khi cuộc gọi thất bại do thiết bị hỏng hoặc các mạch hay thiết bị không đủ để đáp ứng, thông tin này được yêu cầu cho công tác bảo trì quản lý và hoạch định mạng. Dữ liệu trên các cuộc gọi thành công dùng để tính cước. Vì vậy công tác quản lý giám sát rất có ý nghĩa trong mạng điện thoại. Trong các tổng đài cơ điện, điều này chịu ảnh hưởng của các kết nối dây giữa các thành phần thiết bị riêng và các điểm giám sát. Trong tổng đài SPC, vì điều khiển được thực hiện bởi các máy tính nên dữ liệu được thu thập và lưu giữ trong phần mềm. Việc xử lý sau đó được thực hiện bởi các bộ xử lý hay chuyển đến các máy tính bên ngoài tổng đài.

2.2. Kỹ thuật báo hiệu

2.2.1. Giới thiệu chung

a. Khái niệm

Một mạng viễn thông có nhiệm vụ chủ yếu là thiết lập, giải tỏa và duy trì kênh giữa thuê bao với node chuyển mạch hay giữa các

node chuyển mạch với nhau. Để thực hiện được điều này, cần phải có một hệ thống thông tin hỗ trợ được trao đổi giữa hệ thống chuyển mạch với các thiết bị đầu cuối và giữa các hệ thống chuyển mạch với nhau, hệ thống thông tin này gọi là hệ thống báo hiệu. Thông tin báo hiệu có thể có nhiều dạng khác nhau để thuận tiện cho việc điều khiển các thao tác chuyển mạch, xử lý gọi...

Thực chất, một sự trao đổi tin giữa người sử dụng và các thiết bị trong mạng cần phải có một sự tổ chức để chúng có thể liên lạc với nhau một cách an toàn. Cho nên, thông tin báo hiệu có trước, trong và sau một cuộc gọi. Để tăng hiệu suất làm việc, thời gian làm việc của hệ thống báo hiệu càng nhỏ càng tốt, nó phụ thuộc vào các thiết bị hiện đại trong mạng.

b. Các chức năng báo hiệu

Ta có thể nêu các chức năng báo hiệu tổng quát như sau:

Chức năng giám sát

Chức năng giám sát được sử dụng để nhận biết và phản ảnh sự thay đổi về trạng thái hoặc về điều kiện của một số phần tử (đường dây thuê bao, trung kế…).

Chức năng tìm chọn

Chức năng này liên quan đến việc thiết lập cuộc gọi và được khởi đầu bằng thuê bao chủ gọi gởi thông tin địa chỉ của thuê bao bị gọi. Các thông tin địa chỉ này cùng với các thông tin của chức năng tìm chọn được truyền giữa các tổng đài để đáp ứng quá trình chuyển mạch. Chức năng này phải có tính hiệu quả, độ tin cậy cao để đảm bảo việc thực hiện chính xác các chức năng chuyển mạch.

Chức năng vận hành

Nhận biết và chuyển thông tin về trạng thái tắc nghẽn trong mạng, thông thường là trạng thái đường cho thuê bao chủ gọi. Thông báo về các thiết bị, các trung kế không bình thường hoặc đang ở

trạng thái bảo dưỡng. Cung cấp các thông tin tính cước. Cung cấp các phương tiện để đánh giá, đồng chỉnh, cảnh báo từ tổng đài khác.

c. Đặc điểm các hệ thống báo hiệu

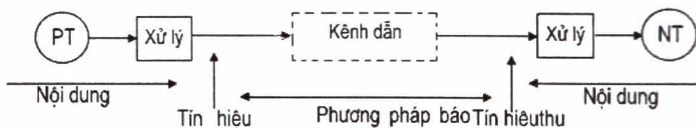
Một hệ thống báo hiệu có đặc điểm chung như sau:

- Có tính quốc tế;
- Phù hợp với các thiết bị mà nó phục vụ;
- Khả năng phối hợp với các hệ thống báo hiệu khác.

d. Hệ thống thông tin báo hiệu

Hệ thống thông tin báo hiệu cũng là một hệ thống thông tin điện, nó cũng gồm :

- Nguồn tất cả các tín hiệu cần thiết cho việc thiết lập cuộc gọi và cung cấp các dịch vụ khác;
- Công việc truyền dẫn để chuyển tín hiệu từ nguồn tới đích.



Hình 2.4. *Hệ thống báo hiệu*

e. Kỹ thuật báo hiệu

Kỹ thuật báo hiệu nghiên cứu về:

- Nội dung báo hiệu;
- Phương pháp truyền báo hiệu;
- Kỹ thuật xử lý báo hiệu.

2.2.2. Nội dung của báo hiệu

Trong mạng điện điện thoại, khi một thuê bao muốn nối với một thuê bao khác bất kỳ trong mạng thì báo hiệu sẽ thông báo cho mạng chuyển mạch biết rằng thuê bao đó yêu cầu phục vụ, và sau đó trao cho chuyển mạch nội hạt các số liệu cần thiết để nhận biết thuê bao ở xa cần đến và từ đó định tuyến cuộc gọi một cách chính xác. Báo hiệu còn giám sát cuộc gọi và trao cho thuê bao các thông tin trạng thái như mời quay số, âm báo bận, hồi âm chuông. Báo hiệu có thể phân loại báo hiệu theo các cách như sau :

a. Phân theo chức năng

Báo hiệu nghe - nhìn

Là loại báo hiệu nghe thấy được đối với thuê bao trong tiến trình cuộc gọi. Đó là các loại thông tin chủ yếu từ tổng đài đến thuê bao như sau:

- Âm mời quay số: Khi thuê bao nhấc tổ hợp, trở kháng đường dây giảm xuống đột ngột. Dẫn đến dòng điện trên dây tăng lên. Điều này được tổng đài nhận biết thuê bao yêu cầu thiết lập cuộc gọi và nó phát cho thuê bao âm mời quay số với tần số khoảng 425Hz liên tục;

- Âm báo bận hoặc thông báo: Trường hợp 1 thuê bao bận, hay sau khi kết thúc cuộc gọi, thuê bao này đã đặt máy, tổng đài phát âm báo bận cho thuê bao kia với tần số 425 Hz, tỷ lệ 1:1. Âm báo bận còn được gởi cho thuê bao chủ gọi khi thuê bao này sau 1 khoảng thời gian sau khi đã nhận được âm mời quay số mà vẫn chưa quay số. Trường hợp thuê bao bị gọi đi vắng hoặc có các dịch vụ đặc biệt của nó thì tổng đài thông báo cho thuê bao chủ gọi các bản tin tương ứng.

- Dòng chuông: dòng chuông được phát cho thuê bao bị gọi khi thuê bao này rỗi với tín hiệu xoay chiều khoảng 75VAC, 25Hz;

- Hồi âm chuông: Hồi âm chuông được phát cho thuê bao chủ gọi qua tuyến thoại từ tổng đài khi đang đổ chuông cho thuê bao bị gọi. Tín hiệu hồi âm chuông có tần số 425Hz, tỷ lệ 1:3;

- Các bản tin thông báo khác: Nếu trong tổng đài có các bản tin đặc biệt được ghi sẵn về các lý do cuộc gọi không thành như tình trạng ứ tuyến, hỏng hóc… thì tổng đài phát cho thuê bao chủ gọi các bản tin tương ứng. Trường hợp này là do cuộc gọi không thành không phải bởi các lý do của thuê bao bị gọi;

- Tín hiệu phục hồi và giữ máy quá lâu: Tín hiệu này truyền tới thuê bao chủ gọi khi thuê bao bị gọi đã đặt máy và tổng đài đã gởi tín âm báo bận mà thuê bao chủ gọi không nghĩ đến việc giải tỏa tuyến gọi. Sau đó một khoảng thời gian trễ thì tuyến mới được thực sự giải tỏa. Tín hiệu này cũng được phát khi thuê bao duy trì trạng thái chọn số quá lâu. Tín hiệu này thường là sau âm báo bận.

Báo hiệu trạng thái (báo hiệu giám sát): Xác định trạng thái đường dây của thuê bao và cuộc gọi.

- Trạng thái nhấc tổ hợp: Xuất hiện khi thuê bao nhấc tổ hợp hoặc tín hiệu chiếm dụng từ một đường trung kế gọi vào; nó biểu thị yêu cầu thiết lập cuộc gọi mới. Sau khi thu được tín hiệu này, tổng đài sẽ đấu nối với một thiết bị thích hợp để thu thông tin địa chỉ từ thuê bao chủ gọi hoặc từ đường trung kế.

- Trạng thái đặt tổ hợp: Xuất hiện khi thuê bao đặt tổ hợp hoặc tín hiệu yêu cầu giải tỏa từ đường trung kế đưa tới. Thông tin này chỉ rằng cuộc gọi đã kết thúc, yêu cầu giải tỏa tuyến gọi. Khi nhận được thông tin này, tổng đài giải phóng tất cả các thiết bị dùng để đấu nối cuộc gọi này và xóa các thông tin dùng để thiết lập và duy trì cuộc gọi, đồng thời thiết lập thông tin tính cước.

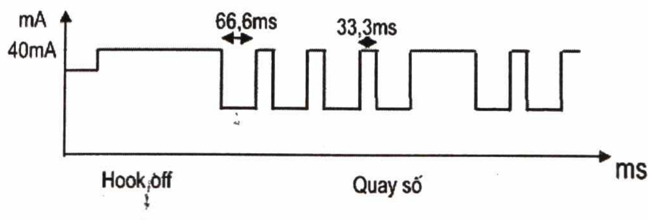
- Trạng thái rỗi – bận: Dựa vào tình trạng tổ hợp của thuê bao bị gọi hoặc đường trung kế là rỗi hay bận hoặc ứ tuyến để tổng đài phát thông tin về trạng thái của thuê bao bị gọi hoặc đường truyền cho thuê bao chủ gọi.

- Tình trạng hỏng hóc: Bằng các phép thử tổng đài xác định tình trạng của đường dây để có thể thông báo cho thuê bao hoặc cho bộ phận điều hành và bảo dưỡng.

- Tín hiệu trả về: Khi đổ chuông, ngay sau khi thuê bao bị gọi nhấc máy, một tín hiệu ở dạng đảo nguồn được truyền theo đường dây tới thuê bao chủ gọi. Tín hiệu này dùng để thao tác một thiết bị đặt ở thuê bao chủ gọi như bộ tính cước hoặc đối với thuê bao dùng thẻ.

Báo hiệu địa chỉ: Thông tin địa chỉ gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của thuê bao bị gọi, đôi khi còn kèm theo các số liệu khác. Sau khi nhận được âm mời quay số, thuê bao tiến hành phát các chữ số địa chỉ của thuê bao bị gọi. Các chữ số này có thể được phát dưới dạng thập phân hay ở dạng mã đa tần.

- Tín hiệu xung thập phân: Các chữ số địa chỉ được phát dưới dạng chuỗi của sự gián đoạn mạch vòng một chiều (DC) nhờ đĩa quay số hoặc hệ thống phím thập phân. Số lượng các lần gián đoạn chỉ thị chữ số địa chỉ trừ số '0' ứng với 10 lần gián đoạn. Tốc độ gián đoạn là 10 lần mỗi giây và tỷ số xung là 1:2. Có một khoảng thời gian giữa các số liên tiếp khoảng vài trăm ms trước chữ số kế tiếp để tổng đài phân biệt các chữ số với nhau. Chú ý: Phương pháp phát các chữ số thập phân này không thể phát khi đang hội thoại.

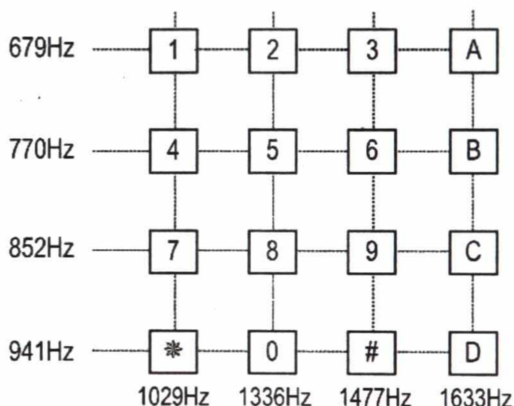


Hình 2.6. *Quay số bằng xung thập phân*

- Tín hiệu mã đa tần ghép cặp (DTMF): Phương pháp này khắc phục được nhược điểm của phương pháp trên. Nó sử dụng 2 trong 6 tần số âm tần để chuyển các chữ số địa chỉ. Khi ấn một phím, ta nhận được một tín hiệu bao gồm sự kết hợp của hai tần số : một ở nhóm này

và một ở nhóm kia gọi là đa tần ghép cặp (Dual Tone Multifrequency : DTMF). Các tần số được chọn sao cho sự phỏng tạo tín hiệu là bé nhất. Tín hiệu truyền đi dài hay ngắn phụ thuộc và thời gian ấn phím. Thời gian này chính là thời gian kéo dài của tín hiệu.

- Phương pháp này có ưu điểm là: Thời gian quay số nhanh hơn. Có thể quay số trong khi đàm thoại (sử dụng cho điện thoại hội nghị).



Hình 2.7. *Quay số bằng mã đa tần*

b. Phân theo tổng quan

Báo hiệu giữa tổng đài với thuê bao

Tín hiệu đường dây thuê bao chủ gọi:

- Tín hiệu yêu cầu gọi.
- Tín hiệu yêu cầu giải tỏa tuyến gọi.
- Tín hiệu địa chỉ.
- Tín hiệu báo bận.
- Tín hiệu báo rỗi.

- Hồi âm chuông.

- Tín hiệu trả lời về.

- Tín hiệu giữ máy quá lâu.

Tín hiệu đường dây thuê bao bị gọi:

- Tín hiệu chuông.

- Tín hiệu trả lời.

- Tín hiệu phục hồi

Tín hiệu đường dây thuê bao thứ 3: Giống như tín hiệu đường dây thuê bao bị gọi. Được sử dụng cho điện thoại hội nghị. Nó làm gián đoạn thuê bao chủ gọi trong một khoảng thời gian nhỏ hơn tín hiệu giải tỏa gọi khoảng 200ms đến 320ms.

Báo hiệu liên tổng đài: Có thể được truyền dẫn tín hiệu báo hiệu theo đường dây báo hiệu riêng hoặc đi chung với đường dây thoại. Chúng sử dụng tần số trong băng tần tiếng nói (trong băng) hoặc ở ngoài dải tần tiếng nói (ngoài băng). Thường sử dụng 2 kỹ thuật truyền sau :

- Báo hiệu kênh kết hợp (CAS).

- Báo hệu kênh chung (CCS).

Dạng của tín hiệu :

- Dạng xung : Tín hiệu được truyền đi dưới dạng xung, ví dụ như tín hiệu địa chỉ.

- Dạng liên tục : Truyền liên tục về mặt thời gian nhưng thay đổi về trạng thái đặc trưng như tần số …

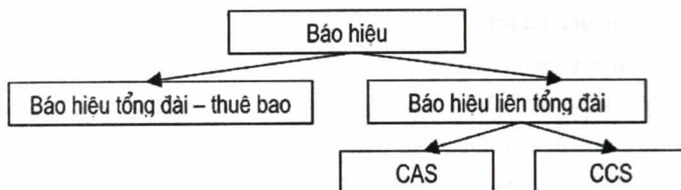
- Dạng áp chế : Tương tự như truyền xung nhưng khoảng truyền dẫn không ấn định trước mà kéo dài cho đến khi có sự xác nhận của phía thu qua một thiết bị xác nhận truyền về.

2.2.3. Phương pháp truyền dẫn báo hiệu

Có nhiều cách phân loại phương pháp truyền báo hiệu, nhưng ở đây, ta phân thành hai loại sau:

- Báo hiệu kênh kết hợp (CAS : Chanel Associated Signalling).

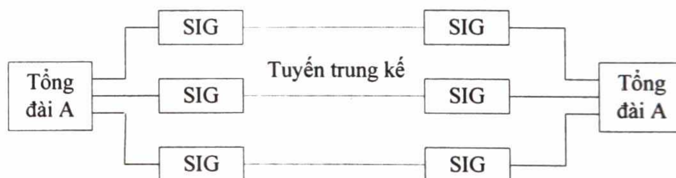
- Báo hiệu kênh chung (CCS : Common Chanel Signalling).



Hình 2.8. *Phương pháp truyền báo hiệu.*

a. Báo hiệu kênh kết hợp

Báo hiệu kênh kết hợp là loại báo hiệu mà trong đó, các đường báo hiệu đã được ấn định trên mỗi kênh thông tin và các tín hiệu này có thể được truyền theo nhiều cách khác nhau. Có hai loại thông tin báo hiệu trong báo hiệu kênh kết hợp là : Báo hiệu đường dây và báo hiệu thanh ghi (địa chỉ).



SIG: Thiết bị báo hiệu

Hình 2.9. *Báo hiệu kênh kết hợp.*

- Báo hiệu đường dây: là phương pháp báo hiệu được truyền dẫn giữa các thiết bị kết cuối và thường xuyên kiểm tra đường

truyền hoặc tất cả các mạch kết cuối, ví dụ các trạng thái bận, rỗi...

- Báo hiệu thanh ghi: Báo hiệu thanh ghi là sự truyền tất cả các thông tin có liên quan đến tuyến nối cuộc gọi bao gồm các con số thuê bao bị gọi, những đặc tính của thuê bao đó.

Phương pháp truyền:

- Điểm nối điểm (end – to – end): Theo phương pháp báo hiệu này, thông tin luôn được truyền đi giữa các đầu cuối của tuyến nối theo tiến triển của nó. Ví dụ khi thiết lập tuyến nối qua 3 tổng đài A-B-C, thông tin báo hiệu đầu tiên được truyền từ A tới B và sau khi quãng nối B-C được thiết lập thì báo hiệu lại được truyền từ A tới C.
- Đường tiếp đường (link – to – link): Tín hiệu luôn được truyền đi và tạm lưu từng quãng của tuyến nối. Đầu tiên thông tin báo hiệu được truyền đi từ A đến B và sau khi quãng nối từ B đến C được thiết lập thì thông tin báo hiệu tiếp tục truyền đi từ B đến C.

Nói chung, thông tin báo hiệu giám sát và các kiểu thuê bao được truyền dẫn theo phương thức đường tiếp đường còn thông tin địa chỉ thì được truyền đi theo phương pháp điểm nối điểm hoặc đường tiếp đường tùy thuộc và cấu trúc mạng.

Các kỹ thuật truyền các tín hiệu báo hiệu trong CAS

Một cách chính xác, báo hiệu kênh kết hợp phải là một sự kết hợp vĩnh viễn với kênh mang cuộc gọi thật sự. Từ đó, ta có các dạng khác nhau của tín hiệu báo hiệu:

- Tín hiệu báo hiệu nằm trong kênh thoại (DC, trong băng).

- Tín hiệu báo hiệu nằm trong kênh thoại nhưng phạm vi tần số khác (ngoài băng).

- Tín hiệu báo hiệu ở trong 1 khe thời gian, mà trong đó, các kênh thoại được phân chia một cách cố định theo chu kỳ (báo hiệu PCM trong TS16).

Báo hiệu kênh kết hợp có thể sử dụng giữa các loại tổng đài khác nhau. Như vậy, kỹ thuật truyền báo hiệu này gồm các tín hiệu báo hiệu:

- Báo hiệu DC.
- Báo hiệu AC.
- Báo hiệu PCM.

Các tín hiệu báo hiệu cơ bản: Các tín hiệu báo hiệu giữa tổng đài với tổng đài bao gồm một số tín hiệu cơ bản sau cho một cuộc gọi hoàn thành:

- Tín hiệu chiếm dụng (Seizure): Yêu cầu chiếm dụng một đường vào tổng đài B (1 kênh thoại) và các thiết bị để nhận thông tin địa chỉ.

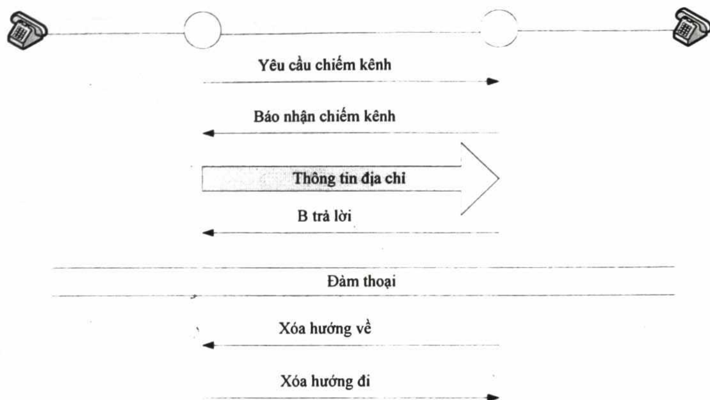
- Tín hiệu xác nhận chiếm dụng (Seizure aknowledgement): Thông báo cho tổng đài A biết rằng tổng đài B đã nhận được tín hiệu chiếm dụng từ A.

- Thông tin địa chỉ (Address Information): Số địa chỉ của thuê bao B.

- Tín hiệu trả lời (B answer): Tổng đài B báo cho tổng đài A biết thuê bao B nhấc máy.

- Xóa về (Clear back): Tổng đài B báo cho tổng đài A biết B đã gác máy.

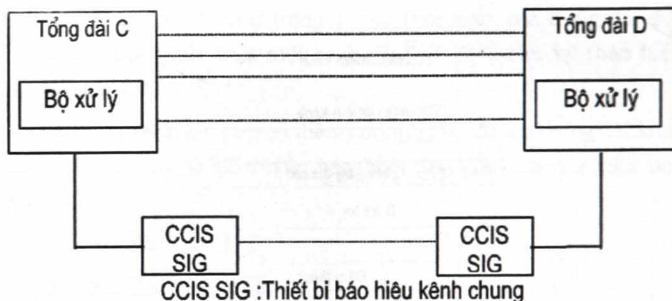
- Xóa đi (Clear forward): Tổng đài B nhận thông báo cuộc gọi đã kết thúc, giải tỏa thiết bị và đường dây.



Hình 2.10. *Các tín hiệu báo hiệu cơ bản của một cuộc gọi thành công.*

b. Báo hiệu kênh chung

Báo hiệu kênh chung (Common Channel Signalling) khắc phục được nhược điểm của báo hiệu kênh kết hợp về hiệu suất sử dụng kênh báo hiệu. Đối với báo hiệu kênh chung, kênh báo hiệu được phân phát cho kênh tiếng nói chỉ trong một khoảng thời gian báo hiệu. Người ta sử dụng một tuyến riêng biệt cho kênh báo hiệu. Nói cách khác, hệ thống báo hiệu kênh chung có một chùm kênh báo hiệu. Chùm kênh này chỉ được cấp cho kênh tiếng nói khi có nhu cầu báo hiệu trước nhất. Vì vậy, kênh tiếng nói cần xếp hàng chờ kênh báo hiệu rỗi. Do đó, dung lượng chùm kênh báo hiệu phụ thuộc vào cấp phục vụ có thể chấp nhận được, nội dung báo hiệu, tần suất sử dụng mỗi kênh tiếng nói. Nhờ sử dụng kỹ thuật này, thiết bị có thể tập trung hóa và chế tạo gọn gàng hơn. Điều này tạo ra ưu điểm về mặt kinh tế và tiết kiệm được không gian lắp đặt thiết bị. Tuy nhiên, phương thức này chỉ có thể sử dụng cho các tổng đài SPC để trao đổi báo hiệu liên tổng đài giữa các bộ xử lý.



Hình 2.11. *Báo hiệu kênh chung.*

Trong hệ thống PCM, kênh báo hiệu có thể sử dụng bất kỳ khe thời gian nào mà không nhất thiết phải là khe thời gian TS16. Các bản tin báo hiệu được truyền đi dưới dạng các gói, tốc độ kênh truyền là 64Kbps.

Cấu trúc bản tin CCS như sau:

Địa chỉ đích	Địa chỉ nguồn	Số gói	Trường số liệu	Trường kiểm tra

- Địa chỉ đích: Địa chỉ này được phân tích tại bất kỳ máy thu nào và được so sánh với địa chỉ của nó. Nếu không trùng thì bản tin đó được truyền đến điểm khác cho đến khi đến đích thực của nó.
- Địa chỉ nguồn: Địa chỉ này giúp cho máy tính biết được để khi có nhu cầu cấp phát lại bản tin thì có địa chỉ để yêu cầu phát lại.
- Số gói: Số gói chỉ ra tất cả các số liệu của bản tin được sắp xếp lần lượt một cách chính xác. Số liệu này được kiểm tra liên tục và chỉ được lấy ra khi có chỉ dẫn.
- Trường số liệu: Chứa những thông tin của báo hiệu.
- Trường kiểm tra lỗi: Cho phép số liệu được kiểm tra trước khi truyền đến đích. Đặc điểm nổi bật của báo hiệu kênh chung là các đầu cuối không chỉ dành riêng cho một cuộc nối mà một bản

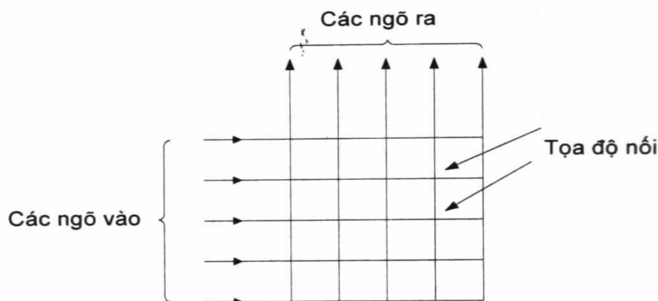
tin tuần tự có thể được trang bị bất cứ đầu cuối nào với những cuộc gọi khác nhau và đích khác nhau. Tất cả các bản tin của cuộc gọi không nhất thiết phải cùng hướng. Các bản tin tiêu biểu được truyền đi một cách phù hợp với những tuyến được định ra bằng thuật toán dựa trên cơ sở đích, tính sẵn sàng và tải của mạch. Khi bản tin được thu thập, nó được truyền đến những điểm đã chọn trên mạng. Khi tới đích, nó được tiến hành, so sánh và điều chỉnh, kiểm tra lỗi. Nếu có lỗi, nó yêu cầu phát lại bản tin. Vì CCS không chuyển báo hiệu trên các trung kế đàm thoại đã thiết lập và giám sát, nên tuyến gọi phải được kiểm tra liên tục mỗi khi cuộc gọi đang thiết lập. Điều này được thực hiện nhờ bộ thu phát âm thanh được nối tại thời điểm thiết lập nhằm đảm bảo sự liên tục của tuyến.

2.3. Chuyển mạch

Mỗi tổng đài đều có các ngõ nhập và ngõ xuất, bao gồm các thiết bị kết cuối đường dây thuê bao, các mạch hợp nối, mạch trung kế và quốc tế. Trong khi một tổng đài có thể được xem như một chuyển mạch thì thực tế nó bao gồm một số lớn các chuyển mạch tách biệt hay còn gọi là các tọa độ nối (crosspoints). Chúng có thể được sắp xếp theo nhiều cách khác nhau nhằm đạt được tính hiệu quả và kinh tế.

Mỗi crosspoint là một tiếp điểm điện, có thể đóng mở linh hoạt, khi đóng, nó hình thành nên bộ phận của đường dẫn của cuộc gọi xuyên qua tổng đài. Một phương pháp thực hiện các crosspoint trong một tổng đài là dùng một khối chuyển mạch dạng ma trận điểm như hình 2.12. Các crosspoint trong tổng đài cơ truyền thống chiếm chi phí lớn (trên hình 2.12 không cố ý trình bày mỗi điểm nối bao chỉ của một dây đơn, mà gồm 2 hoặc 4 dây cũng như một số các dây điều khiển được hệ thống điều khiển sử dụng để điều hành việc chọn các crosspoint). Việc dùng ma trận đơn là một phương thức mang tính ý tưởng đơn giản nhất để xây dựng khối chuyển mạch và sự tiết kiệm số điểm nối là một ưu điểm. Giảm số crosspoint trong ma trận chỉ đơn

thuần là giảm kích thước tổng đài, vì vậy có thể tiết kiệm chi phí bằng cách dùng một số các tầng chuyển mạch thay cho một ma trận đơn.



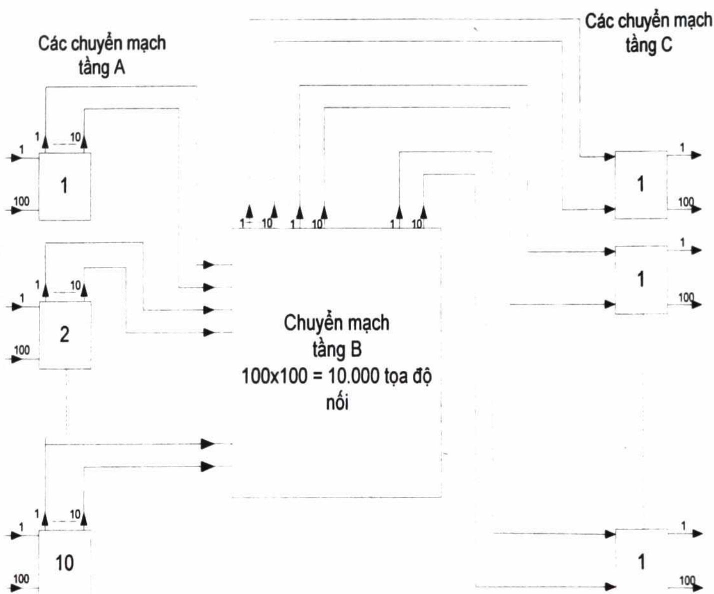
Hình 2.12. *Một chuyển mạch bao gồm một ma trận điểm.*

2.3.1. Chuyển mạch phân chia theo tầng

Một ví dụ đơn giản của chuyển mạch theo tầng được trình bày trên hình 2.13. Trong hình này các mạch đến tổng đài được nối thành nhóm 100, các nhóm nối đến các chuyển mạch tầng A chỉ có 10 lối ra. Do đó có sự tập trung bên trong tổng đài và giảm số crosspoint. Tuy nhiên, điều này sẽ dẫn đến tình trạng một cuộc gọi đến có thể không kết nối được do không có sẵn đường dẫn chuyển mạch. Tình trạng này được gọi là "blocking". Bởi vì tất cả các lối vào không thể gọi một cách đồng thời, điều này cũng hợp lý vì trên thực tế tăng hiệu quả sử dụng chuyển mạch được thực hiện bằng cách phân phối một tỉ lệ dịch vụ chấp nhận được cho một tổng đài (không cấp đủ).

Trong hình 2.13 các chuyển mạch tầng A chỉ đơn giản là các bộ tập trung, nó cho phép tiết kiệm số crosspoint. Tương tự, các chuyển mạch tầng C mở rộng số lượng đầu ra trên tổng đài. Các chuyển mạch

tầng C cũng hỗ trợ định tuyến đến các mạch lối ra đặc biệt. Tầng B hỗ trợ định tuyến xuyên tổng đài.

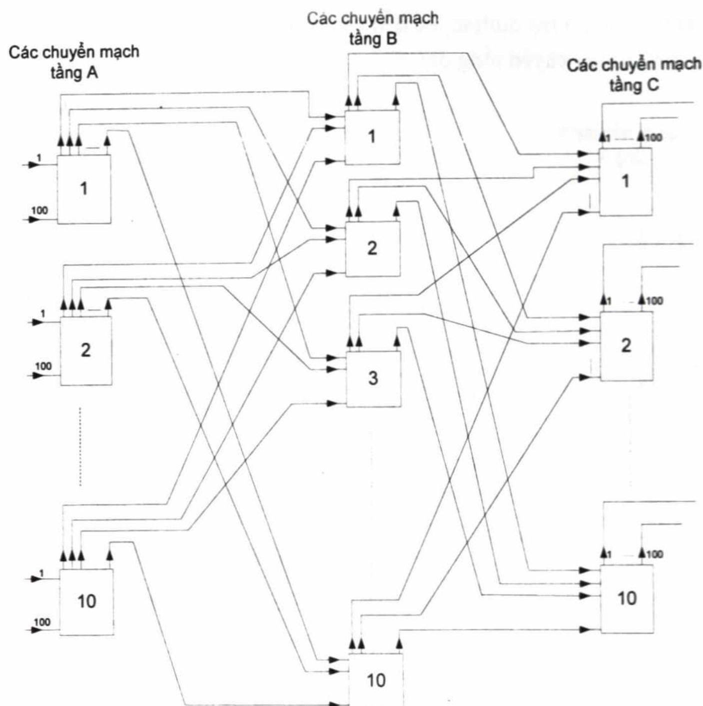


Hình 2.13. *Nguyên lý chuyển mạch phân tầng.*

Khi một cuộc gọi đến tại một chuyển mạch tầng A, tại đây chỉ xảy ra một hoạt động cần thiết, đó là tìm một lối ra cho nó đến B. Tầng B phải đóng các crosspoint thích hợp cho cuộc gọi được định tuyến đến đúng một chuyển mạch ở tầng C. Tổng số crosspoint cho 1000 mạch vào và 1000 mạch ra là (cộng lần lượt các tầng A, B và C).

$$10(100x10) + 100x100 + 10(10x100) = 30000$$

Số lượng này rõ ràng nhỏ hơn nhiều so với 1000000 nếu dùng một ma trận đơn.



Hình 2.14. *Chuyển mạch phân tầng có điều kiện.*

Một dạng cải tiến tốt hơn được mô tả trên hình 2.14. Ở đây tất cả các tầng chuyển mạch đều thực hiện định tuyến. Mỗi chuyển mạch ở tầng B chỉ xử lý một lối ra đến mỗi chuyển mạch tầng C. Nếu chuyển mạch A chỉ đơn giản phân phối một cuộc gọi đến một lối ra bất kỳ đến B, sẽ có một khả năng đáng kể không thể chấp nhận được là lối ra được yêu cầu từ chuyển mạch B đã bị chiếm dụng. Hệ thống trong hình yêu cầu sắp xếp lại công tác chọn lựa các lối ra xuyên toàn bộ hệ thống chuyển mạch. Trong khi sự điều khiển các tầng chuyển mạch

trong hệ thống hình 2.13 có thể kiểm soát theo từng bước, thì điều khiển trong hệ thống này phải sắp xếp sao cho lối ra từ tầng chuyển mạch A đến một tầng chuyển mạch B được chọn chỉ khi biết rằng lối ra từ chuyển mạch tầng B đến chuyển mạch yêu cầu ở tầng C đang ở trạng thái nhàn rỗi. Trong phương pháp này các đường dẫn chuyển mạch không được nối từng phần cục bộ; nếu không có đường dẫn hoàn chỉnh, thiết bị chuyển mạch không bị chiếm dụng một cách không cần thiết. Chuyển mạch có điều kiện này là cơ sở cho tất cả các hệ thống chuyển mạch hiện đại.

Số lượng các crosspoint trong hệ thống chuyển mạch ở hình 2.14 là:

$$10(100x10) + 10(10x10) + 10(10x100) = 21000$$

2.3.2. Kỹ thuật chuyển mạch

Trong các tổng đài tương tự chuyển mạch được chia theo không gian: một đường dẫn chuyển mạch dành riêng được thiết lập để phục vụ cho một cuộc gọi và bị chiếm dụng trong suốt thời gian đàm thoại. Trong các tổng đài chuyển mạch số, việc chuyển mạch cho các cuộc gọi được thực hiện bằng cách mở hay đóng thường xuyên các cổng logic theo từng khoảng thời gian, cho phép các tín hiệu điện dưới dạng các chữ số nhị phân đi qua các đường dẫn chuyển mạch vật lý. Bằng cách này một số các cuộc gọi chia sẻ thời gian để sử dụng cùng một đường dẫn chuyển mạch; các tín hiệu của nó không được truyền một cách liên tục, nhưng được truyền trong các khe thời gian được chọn dưới dạng một chuỗi xung hỗn hợp.

Một điều cần phải xác định ở đây là các đặc điểm giữa các chế độ chuyển mạch. Các tham số này rất quan trọng để định nghĩa chính xác một công tác chuyển mạch (hay tầng chuyển mạch, vì bất kỳ một hệ thống chuyển mạch nào đều có thể bao gồm một hỗn hợp các loại): đặc tính truyền, sự cấp đường dẫn và kiểu chuyển mạch.

- Đặc tính truyền: Đặc tính truyền (cũng được gọi là chế độ chuyển mạch) của một tầng chuyển mạch có thể hoặc tương tự hoặc

số Một chuyển mạch tương tự có thể chuyển bất kỳ mức điện thế tín hiệu trong dải làm việc. Thông thường các chuyển mạch như vậy chuyển các tín hiệu tương tự thay đổi đúng như các thay đổi gốc của tiếng nói. Tuy nhiên một chuyển mạch tương tự cũng có thể chuyển được tín hiệu số. Một chuyển mạch số chỉ chuyển các tín hiệu có điện thế tại n mức xác định. Trong chuyển mạch số nhị phân, n = 2.

- Sự cấp đường dẫn: Một chuyển mạch bao gồm một số các điểm nối (crosspoint) có khả năng cung cấp một số các kết nối đồng thời, và dùng hai phương pháp:

Trong phương pháp phân chia không gian (Space Division – SD), mỗi cuộc gọi hay kênh được phân phối một đường dẫn vật lý riêng xuyên qua chuyển mạch trong suốt thời gian của cuộc gọi. Các đường dẫn xuyên qua chuyển mạch được nhận dạng bởi vị trí của nó.

Trong phương pháp phân chia thời gian (Time Division – TD), một chuyển mạch chia sẻ thời gian cho một số các kênh. Mỗi kênh được phân phối định kỳ một khe thời gian ngắn, trong thời gian này nó truy xuất độc quyền đến một đường dẫn chung xuyên qua chuyển mạch. Trước khi các kênh thoại được chuyển xuyên qua một mạng chuyển mạch số TD, chúng được chuyển sang dạng số.

- Kiểu chuyển mạch: Kiểu chuyển mạch mô tả chức năng đặc biệt của chuyển mạch. Có hai loại: chuyển mạch không gian và chuyển mạch thời gian. Trong chuyển mạch không gian, các kết nối được thực hiện giữa các vị trí vật lý khác nhau (giữa một liên kết này với một liên kết khác) không có hiện tượng trễ của tín hiệu thoại được truyền. Trong chuyển mạch thời gian các kết nối được thực hiện tại các thời điểm khác nhau. Thông tin trong khe thời gian cho trước trên ngõ nhập chuyển mạch được truyền vào một khe thời gian đã chọn trên lối ra. Điều này cần đến việc lưu trữ các tín hiệu thoại trong một khoảng thời gian xác định và sẽ xuất hiện hiện tượng trễ. Tuy nhiên thuê bao không thể nhận biết được. Sự khác nhau giữa hai loại chuyển mạch có thể phân biệt một cách chính xác bằng cách dùng 3 yếu tố

trên. Do đó, một chuyển mạch có thể là tương tự hay số, SD hay TD, không gian hay thời gian. Ví dụ, một khối chuyên mạch cơ có thể được mô tả như là tương tự/SD/không gian. Cần chú ý rằng chuyển mạch không gian có thể hoặc tương tự hoặc số, trong khi vì các lý do thực tế nên chuyển mạch thời gian phải là số.

2.4. Điều khiển tổng đài

Hệ thống điều khiển là bộ não của tổng đài. Nó chứa đựng các khả năng logic để quyết định các hoạt động cần thiết, nhằm thực hiện và truyền các tín hiệu cần thiết để khởi động. Ví dụ khi nhận tín hiệu truy cập, hệ thống điều khiển tìm một vùng nhớ trống để dành lưu giữ các chữ số, và khi tìm thấy nó sẽ khởi phát tín hiệu báo nhận (âm mời quay số nếu tín hiệu truy cập ở trên một đường dây nội bộ). Khi nhận các chữ số, hệ thống điều khiển dịch chúng, xác định mạch lối ra nào cuộc gọi sẽ phải dùng, và chọn một đường dẫn chuyển mạch thích hợp xuyên qua tổng đài. Khi có tín hiệu xóa đến, hệ thống điều khiển sẽ giải phóng đường dẫn chuyển mạch và cung cấp các thiết bị cho các cuộc gọi khác. Điều khiển cũng có liên quan đến sự giám sát tổng đài, bao gồm thu thập dữ liệu tính cước, bảo trì và hoạch định.

2.4.1. Hiện thực trong các tổng đài nhân công

Trong các tổng đài nhân công, điều khiển và chuyển mạch đều được thực hiện bởi điện thoại viên. Trong khi số mạch vẫn còn giới hạn, điều này thỏa mãn tính linh hoạt tối đa. Chỉ cần có một đầu dây nối rảnh, điện thoại viên có thể nối bất kỳ đường dây thuê bao nào, hay bất kỳ đường hợp nối nào. Điện thoại viên cũng chọn các tuyến khi biết rằng là đường tốt nhất có nhiều cơ hội kết nối thành công nhất, khi mạng không thể xuyên qua được (do nghẽn hay hư hỏng) có thể tránh được các nỗ lực lặp lại bằng cách giải thích cho các thuê bao tại sao cuộc gọi của họ không thể thực hiện được trong một thời gian cho trước. Bằng cách dùng hiểu biết mang tính nội bộ của mạng để

thực hiện chức năng chuyển mạch, điện thoại viên tương đương như thành phần điều khiển trung tâm và một dạng quản lý mạng hiệu quả.

Dạng điều khiển cơ bản này sắp xếp tất cả các chức năng điều khiển trong đầu và tay của điện thoại viên. Điện thoại viên tiếp nhận thông tin định tuyến qua đàm thoại với thuê bao dưới dạng tên của phần được gọi, dịch chúng để xác định đường ra nào được yêu cầu, kiểm tra đường dây, thiết lập một cuộc nối xuyên bảng chuyển mạch qua các đầu nối dây, giám sát đường dẫn truyền để đảm bảo các phần đang liên lạc với nhau, ghi lại cuộc gọi để tính cước, giám sát sự xóa cuộc nối và sau cùng ngắt mạch bằng cách gỡ đầu nối ra.

Trong khi hỗ trợ sự điều khiển hiệu quả thì lại phung phí tài nguyên. Một cuộc gọi yêu cầu sự tiếp đón riêng của điện thoại viên trong suốt quá trình thiết lập cuộc gọi, có nghĩa là tất cả các cuộc gọi khác đến trong khoảng thời gian này đều phải xếp hàng đợi. Tuy nhiên, rất bất tiện nếu tối ưu bằng cách dùng một số thích hợp các điện thoại viên.

Trong một tổng đài nhỏ, ở đó tốc độ đến của các cuộc gọi chỉ phù hợp cho một điện thoại viên, có điều khiển tập trung đầy đủ. Đặc tính nhận biết nó là tất cả các chức năng điều khiển các đường dây được cung cấp bởi một đơn vị, trong trường hợp này là điện thoại viên. Một điều bất lợi trong việc gán tất cả các chức năng điều khiển vào một đơn vị đơn là có thể toàn bộ mạng không hoạt động khi đơn vị điều khiển này không thực hiện chức năng của mình, ví dụ như vì lý do này hay lý do khác điện thoại viên không trực tại vị trí của mình. Điều này có thể được khắc phục bằng cách cung cấp một điện thoại viên dự phòng. Điều bất tiện khác là có khả năng các cuộc gọi phải đợi hay bị thất bại bởi vì đơn vị điều khiển quá bận không giải quyết kịp. Điều này có thể điều chỉnh đến một giá trị có thể chấp nhận được bằng cách tối ưu số các đơn vị điều khiển căn cứ vào tốc độ cuộc gọi trên đường dây và giá cả sự cấp phát đường dây.

2.4.2. Điều khiển chung

Sự chia sẻ tài nguyên điều khiển giữa các cuộc gọi được gọi là sự điều khiển chung. Nó có thể là tập trung giống trong trường hợp nhân công, hay phân tán. Trong quá trình phát triển của điều khiển, cả hai loại điều khiển được dùng. Trong các hệ thống tổng đài "maker – based" được dùng trước khi xuất hiện tổng đài SPC, kết hợp cả điều khiển tập trung và phân tán.

Trong các tổng đài SPC đầu tiên, các chức năng điều khiển tập trung trong một máy tính đơn, và được dự phòng để bảo mật. Ngày nay, với sự giảm giá thành và gia tăng khả năng của các bộ xử lý, trong các tổng đài thế hệ mới một lần nữa điều khiển phân tán lại phát huy ưu điểm. Các chức năng như điều khiển báo hiệu, kiểm soát dữ liệu, tiếp nhận chữ số và điều khiển chuyển mạch đều được giao phó (trong nhiều mức độ phụ thuộc vào thiết kế) cho các bộ xử lý phân phối bên trong tổng đài, có một bộ xử lý trung tâm làm nhiệm vụ giao quyền điều khiển cho các vi xử lý khác. Do đó điều khiển hiện đại được thiết kế trong hầu hết các phần mềm riêng biệt.

2.5. Giới thiệu về tổng đài SPC (Stored Program Control)

Tổng đài điện tử SPC (Store Program Controller) là tổng đài được điều khiển theo chương trình ghi sẵn trong bộ nhớ *chương trình điều khiển lưu trữ*. Người ta dùng bộ vi xử lý để điều khiển một lượng lớn công việc một cách nhanh chóng bằng phần mềm xử lý đã được cài sẵn trong bộ nhớ chương trình. Phần dữ liệu của tổng đài - như số liệu thuê bao, bảng phiên dịch, xử lý địa chỉ thuê bao, thông tin định tuyến, tính cước - được ghi sẵn trong bộ nhớ số liệu. Nguyên lý chuyển mạch như trên gọi là chuyển mạch được điều khiển theo chương trình ghi sẵn SPC.

Tổng đài SPC vận hành rất linh hoạt, dễ bổ sung và sửa chữa. Do đó các chương trình và số liệu được ghi trong bộ nhớ có thể thay

đổi theo yêu cầu của người quản lí mạng. Với tính năng như vậy, tổng đài SPC dễ dàng điều hành hoạt động nhanh thoả mãn theo nhu cầu của thuê bao, cung cấp cho thuê bao nhiều dịch vụ.

Trong tổng đài điện tử số công việc đo thử trạng thái làm việc của các thiết bị bên trong cũng như các tham số đường dây thuê bao và trung kế được tiến hành tự động và thường kì. Các kết quả đo thử và phát hiện sự cố được in ra tức thời hoặc hẹn giờ nên thuận lợi cho công việc bảo dưỡng định kỳ.

Thiết bị chuyển mạch của tổng đài SPC làm việc theo phương thức tiếp thông từng phần. Điều này dẫn đến tồn tại các trường chuyển mạch được cấu tạo theo phương thức tiếp thông nên hoàn toàn không gây ra tổn thất dẫn đến quá trình khai thác cũng không tổn thất.

Tổng đài điện tử số xử lý đơn giản với các sự cố vì chúng có cấu trúc theo các phiến mạch in liên kết kiểu cắm. Khi một phiến mạch in có lỗi thì nó được tự động phát hiện nhờ chương trình bảo dưỡng và chuẩn đoán.

2.5.1. Nhiệm vụ của tổng đài SPC

- Báo hiệu: Trao đổi báo hiệu với mạng bên ngoài, bao gồm mạng các đường dây thuê bao và mạng các đường dây trung kế đấu nối với các tổng đài khác.
- Xử lý báo hiệu và điều khiển các thao tác chuyển mạch: Có nhiệm vụ nhận thông tin báo hiệu từ mạng đường dây thuê bao và các đường trung kế để xử lý, phát ra các thông tin điều khiển để điều khiển thiết bị chuyển mạch và các thiết bị phụ trợ khác để tạo tuyến kết nối, cấp các đường báo hiệu đến thuê bao.
- Tính cước: Chức năng này tính cước cho phù hợp với từng loại cuộc gọi, cự ly... sau khi cuộc gọi kết thúc.

2.5.2. Ưu điểm của tổng đài SPC

Tính linh hoạt

Các tổng đài SPC có tính linh hoạt ở mức cao thể hiện ở khía cạnh tác dụng lâu dài và tác dụng trực tiếp

Khía cạnh tác dụng lâu dài: Trong từng giai đoạn phát triển của hệ thống chuyển mạch, một loạt chương trình có thể tạo ra để cho phép hỗ trợ các nhu cầu dịch vụ và quản lý. Sự hiệu chỉnh phần mềm đáp ứng ngày càng đa dạng về dịch vụ làm cho hệ thống không trở lên lạc hậu theo thời gian. Như vậy các phần mềm cơ bản đảm bảo cho hệ thống hoạt động đáp ứng các dịch vụ truyền thống và nhu cầu hiện tại, có xem xét khả năng thay đổi để khi cần nâng cấp chỉ cần cải tiến đôi chút về phần mềm hoặc đưa ra các thủ tục mới mà không cần phải thay đổi cấu trúc phần cứng. Nghĩa là, cấu trúc phần cứng của tổng đài SPC cùng với phần mềm điều khiển ban đầu của nó được thiết kế theo khuynh hướng module hóa phù hợp với chiến lược mở rộng cả về dung lượng và khả năng dịch vụ.

Khía cạnh tác dụng trực tiếp: thể hiện ở khả năng thay đổi nhanh chóng bằng cơ sở dữ liệu để có thể thích ứng với điều kiện thay đổi trạng thái của mạng, nghĩa là khả năng thích nghi của hệ thống với từng trạng thái mạng khi có các biến cố. Ví dụ: Khi có một tắc nghẽn tại một nút mạng nào đó hoặc trên tuyến truyền dẫn để có được các phép chọn tuyến tối ưu. Hoặc là đối với thuê bao, dễ dàng thay đổi dịch vụ của từng thuê bao bằng việc thay đổi cơ sở dữ liệu của nó theo yêu cầu của người sử dụng.

Các tiện ích cho thuê bao

Các tổng đài SPC cung cấp cho thuê bao nhiều tiện ích hơn, rẻ hơn và dễ dàng hơn so với các tổng đài khác. Các tiện ích này được phân phối bởi hệ thống quản lý và theo tính năng tùy chọn của thuê bao. Các tiện ích đó bao gồm:

- Short-code dialling (dịch vụ quay số tắt từ bộ nhớ của tổng đài): Các địa chỉ thường gọi được nhớ trước vào bộ nhớ của tổng đài

với mã tương ứng nào đó. Khi cần gọi, thuê bao chỉ cần chọn mã rút gọn đó thì địa chỉ đã nhớ được tự động gọi ra.

- Call transfer (dịch vụ chuyển cuộc gọi): Các cuộc gọi đến một số điện thoại nào đó được chuyển hướng tới một số điện thoại khác một cách tự động.
- Ring back when free: Tổng đài được yêu cầu thiết lập kết nối đến một thuê bao điện thoại đang bận càng sớm càng tốt ngay khi nó kết thúc đàm thoại.
- Automatic alarm call: Tổng đài tự động phát tín hiệu cảnh báo tại thời điểm đã đặt trước. Ví dụ như báo thức.
- Outgoing and incoming call baring: Cho phép các chủ thuê bao có thể hạn chế các cuộc gọi tới và gọi đi.
- Itemised billing: Cung cấp các hóa đơn liệt kê chi tiết các cuộc gọi và số tiền phải trả.
- Malicious-call tracing: Các thuê bao hoặc các cơ quan có thẩm quyền được biết về nguồn gốc của cuộc gọi quấy rối.

Tiện ích quản trị

Tổng đài SPC cung cấp một dải rộng lớn các tiện ích quản lý, những công việc mà trước kia là đắt tiền hoặc tốn nhiều công sức. Một số tiện ích quản lý là:

- Điều khiển các tiện ích thuê bao: Cho phép thay đổi danh sách các tiện ích sẵn có của thuê bao.
- Thay đổi định tuyến: Khi có các vấn đề về tắc nghẽn tạm thời hoặc thay đổi lâu dài kế hoạch định tuyến.
- Thay đổi số của thuê bao và các mã trung kế.
- Xuất các thông tin thống kê quản lý tổng đài: Như dữ liệu về cuộc gọi thành công, các chi tiết về tắc nghẽn trên các tuyến…
- Các công cụ bảo trì: Bao gồm kiểm thử, ghi kết quả tự động, xử lý các cảnh báo….

Việc dùng các chuyển mạch số trong các tổng đài SPC làm tăng thêm những ưu điểm sau:

Tốc độ thiết lập cuộc gọi: được cải thiện đáng kể do có sự tương thích về dòng và áp giữa phần điều khiển và phần tử chuyển mạch, cùng với đặc tính không nghẽn mạch của các chuyển mạch số cho phép thiết kế mạng chuyển mạch gọn nhẹ, tiết kiệm và khả thông cao. Ngoài ra, nếu cuộc gọi đang tiến hành bị gián đoạn bởi một lý do nào đó thì cố gắng tái thiết lập cuộc gọi có thể được thực hiện mà không gây ra sự cảm nhận cho người sử dụng

Các chuyển mạch số có kích thước rất nhỏ nhưng độ tích hợp lại rất cao nên khả năng chuyển mạch rất lớn lại áp dụng kỹ thuật ghép kênh theo thời gian nên hiệu suất sử dụng cao từ đó giảm được không gian của phần thiết bị chuyển mạch và kích thước chung của tổng đài.

Độ tin cậy cao và dễ bảo trì: Do không có các phần tử cơ điện nên trong hoạt động của tổng đài loại trừ được các hỏng hóc, sai sót cơ khí. Kích thước của các linh kiện lại gọn nhẹ nên cho phép áp dụng các biện pháp dự phòng đảm bảo thay thế tự động khi có sai sót, sự cố. Các mạch chức năng được chế tạo dưới dạng module được kiểm soát bằng các chương trình chuẩn đoán, cảnh báo hỏng hóc, cung cấp khả năng tự bảo hành và cung cấp thông tin đầy đủ cho việc sửa chữa bảo trì. Ngoài ra các tổng đài SPC còn cung cấp khả năng quản lý và bảo dưỡng từ xa.

Chất lượng cuộc nối: Kết hợp chuyển mạch số và truyền dẫn số cho phép cải thiện cơ bản chất lượng cuộc nối bởi các lý do: truyền dẫn số tránh được suy hao tín hiệu gốc, loại trừ các tín hiệu nhiễu, tạp âm, tránh được tạp âm tích lũy. Từ đó mà chất lượng cuộc gọi đường dài và cuộc gọi nội hạt không có sự khác biệt.

Khả năng cung cấp các dịch vụ phi thoại: Các loại dịch vụ phi thoại như video, fax, telex… được số hóa có thể được truyền và chuyển mạch trong cùng mạng với tín hiệu thoại.

Giá cả: Nhìn chung thì giá đầu tư thiết bị chuyển mạch, nâng cấp hệ thống tiết kiệm hơn

Thời gian lắp đặt nhanh chóng…

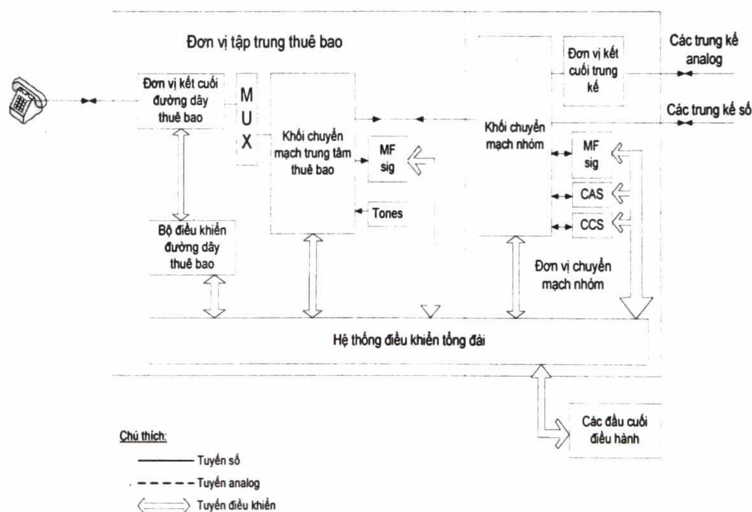
2.5.3. Sơ đồ khối tổng quát của tổng đài SPC

Trong các phần trước đã giới thiệu khái niệm về SPC và sự khác nhau giữa chuyển mạch số (digital switching) và chuyển mạch tương tự (analog switching). Các tổng đài SPC hiện đại dùng kỹ thuật chuyển mạch số và có vị trí chắc chắn trong mạng viễn thông quốc tế. Dù được xem như thành phần của các mạng chuyển mạch và truyền dẫn số tích hợp hay sự thay thế cho các đơn vị chuyển mạch tương tự, các chuyển mạch như vậy đều có nhiều ưu điểm. Công tác quản lý viễn thông tiết kiệm được chi phí và thu được các đặc trưng sẵn có từ các hệ thống này, nhất là trong bối cảnh thuê bao đòi hỏi chất lượng dịch vụ ngày càng cao cũng như hàng loạt các dịch vụ và tiện ích khác mới ra đời. Vì thế phần này sẽ trình bày một cái nhìn tổng quan về tổng đài điện thoại số SPC.

Có nhiều chủng loại hệ thống tổng đài kỹ thuật số SPC đang được sản xuất, mỗi loại có một kiến trúc đặc trưng. Đó là kết quả từ sự phân bố khác nhau của các phần tử chức năng vào trong các hệ thống con. Tuy nhiên, hình 2.15 được thiết kế với các nét tương quan gần gũi với hầu hết các hệ thống tổng đài có sẵn. Cũng cần chú ý rằng các thuật ngữ và các nguyên lý được dùng trong hình, và các ký hiệu là tổng quát và không có chủ ý đề cập đến bất kỳ một thiết kế đặc biệt nào của hệ thống chuyển mạch.

Tổng đài cục bộ gồm hai loại đơn vị: một hay nhiều đơn vị tập trung thuê bao và một đơn vị chuyển mạch nhóm. Một vài đơn vị tập trung thuê bao ở xa đơn vị chuyển mạch nhóm, nhưng để đơn giản, tất cả các đơn vị trong hình 2.15 được xếp vào một chỗ nhằm mục đích miêu tả. Các đơn vị này chứa chuyển mạch số, mạch kết cuối đường dây, thiết bị điều khiển và báo hiệu. Hình mô tả một tổng đài cục bộ chỉ với một bộ tập trung thuê bao (Subscriber – Concentrator Unit -

SCU) và một đơn vị chuyển mạch nhóm (Group Switch Unit – GSU). Thông thường thiết bị điều khiển trong SCU thực hiện vài chức năng điều khiển gọi, trong mối liên hệ với thiết bị điều khiển chính trong GSU. Mức độ tự động của thiết bị điều khiển trong CSU phụ thuộc vào thiết kế của hệ thống tổng đài. Do đó, hệ thống điều khiển tổng đài nơi cung cấp các chức năng SPC được mô tả trong hình 2.15 bao gồm cả hai đơn vị tổng đài. Các tổng đài trung kế kỹ thuật số SPC không kết cuối các đường dây thuê bao và do đó chỉ bao gồm một GSU.



Hình 2.15. *Sơ đồ tổng quát của một tổng đài cục bộ kỹ thuật số.*

Cả hai đơn vị của tổng đài đều chứa các khối chuyển mạch (thuật ngữ “khối chuyển mạch” được dùng để mô tả một hệ thống chuyển mạch bao gồm vài tầng chuyển mạch). Khối chuyển mạch tập trung thuê bao chuyển các cuộc gọi bắt đầu từ một số lớn các đường dây thuê bao với lưu lượng tải thấp đến trung kế nội bộ có khả năng tải

cao, dẫn đến khối chuyển mạch nhóm. Điều này tạo nên một liên kết giữa các trung kế từ các đơn vị tập trung thuê bao, các trung kế bên ngoài và các tuyến hợp nối. Các cuộc gọi kết cuối trên SCU được chuyển bởi khối chuyển mạch tập trung thuê bao từ trung kế GSU đến các đường thuê bao thích hợp.

Các khối chuyển mạch số với các đặc tính cấu tạo của bán dẫn số và chế độ hoạt động của TDM, chỉ có thể làm việc với các tín hiệu dạng số. Do đó bất kỳ một đường analog nào kết cuối trên tổng đài phải được chuyển sang dạng số (đó là dạng PCM 24/30 kênh) tại bộ phận ngoại vi của khối chuyển mạch. Công việc chuyển đổi này (cho các đường trung kế) được thực hiện bởi đơn vị kết cuối trung kế analog tại bộ phận ngoại vi của khối chuyển mạch định tuyến; Sự chuyển đổi cho các đường dây thuê bao được thực hiện bởi các đơn vị kết cuối đường dây thuê bao (Subscriber Line Termination Units_SLTU) và các bộ ghép kênh tại bộ phận ngoại vi của khối chuyển mạch tập trung thuê bao.

SLTU cũng hỗ trợ tất cả các chức năng liên quan đến các đường dây thuê bao. Các chức năng này bao gồm cấp nguồn cho bộ truyền thoại, phát hiện vòng DC được tạo cho thuê bao nhấc ống nghe, phát hiện các xung quay số, bảo vệ thiết bị chuyển mạch chống lại hiện tượng quá áp trên đường dây, chuyển đổi giữa đường dây thuê bao analog 2 dây với hệ thống chuyển mạch số 4 dây, cấp dòng điện chuông lên đường dây, và một số các chức năng kiểm thử nào đó. Việc tiết kiệm khi thiết kế tổng đài đạt được bằng cách tối thiểu thiết bị trong SLTU, vì chúng cung cấp trên từng đường dây thuê bao. Do đó, một vài thiết bị cũng hỗ trợ các chức năng kết cuối đường dây thuê bao được đặt chung trong các đơn vị điều khiển đường dây thuê bao, mỗi bộ điều khiển phục vụ cho một số các SLTU. Các bộ điều khiển đường dây hỗ trợ giao tiếp giữa các SLTU và hệ thống điều khiển tổng đài bằng cách tác động như các đầu cuối truyền tin. Do đó, các khoảng nghỉ của xung quay số được phát hiện bởi các SLTU được chuyển đổi sang các chữ số bởi các bộ điều khiển.

Một dạng khác của SLTU cần thiết kết cuối các đường dây thuê bao số, nó vận chuyển một số các kênh từ các đơn vị kết cuối ISDN đặc biệt hay các đơn vị PABX số. Mặc dù các SLTU số không cần hỗ trợ các chuyển đổi analog sang digital hay từ 2 sang 4 dây, nhưng chúng phải kết cuối đường truyền dẫn số và chịu trách nhiệm kiểm thử cũng như các chức năng tách tín hiệu. Trung kế số và các mạch hợp nối số trong chuẩn PCM 24 hay 30 kênh kết cuối một cách trực tiếp trên khối chuyển mạch nhóm. Tuy nhiên, các tuyến số hoạt động qua các hệ thống truyền có thứ tự cao hơn trước hết phải được phân giải kênh xuống dạng PCM chuẩn tại các trạm truyền dẫn liên quan với tổng đài số SPC trước khi được kết cuối trên khối chuyển mạch nhóm (điều này không được trình bày trên hình 2.15).

Với các điều kiện ngoại lệ của thành phần một chiều DC (vòng và cắt vòng), nó được phát hiện bởi các SLTU và các bộ điều khiển của nó, tất cả các báo hiệu được kiểm soát bởi các nhóm truyền nhận chung. Truy cập giữa các đường dây thuê bao và các bộ thu đa tần (MF) được hỗ trợ qua khối chuyển mạch tập trung thuê bao. Điều này cũng hỗ trợ truy cập giữa một nhóm nhỏ các đơn vị âm hiệu (như các thông báo được ghi lại) và các đường dây thuê bao. Truy cập giữa các đường trung kế và các nhóm báo hiệu truyền nhận khác nhau trong báo hiệu đa tần, báo hiệu kênh liên kết (CAS) và báo hiệu kênh chung (CCS), được hỗ trợ bởi các khối chuyển mạch nhóm.

Thông tin giữa hệ thống tổng đài kỹ thuật số SPC và ban điều hành quản trị được hỗ trợ bởi các đầu cuối hoạt động theo chế độ lệnh, dùng phần mềm giao tiếp người máy – chạy trên hệ thống điều khiển tổng đài. Các đầu cuối này (ví dụ như VDUs và máy in) có thể đặt chung một chỗ với tổng đài hay đặt từ xa ngay tại các trung tâm bảo trì và điều hành.

CHƯƠNG III

KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH SỐ

3.1. Giới thiệu chung

Chuyển mạch số là quá trình liên kết các khe thời gian giữa một số các liên kết truyền dẫn kỹ thuật số TDM. Điều này cho phép các tuyến số 2Mbps hay 1,5 Mbps từ các tổng đài khác hay các PABX kỹ thuật số được kết cuối một cách trực tiếp trên chuyển mạch số, không cần chuyển đổi sang các kênh thoại thành phần cho chuyển mạch giống như trong một tổng đài tương tự. Sự bỏ bớt thiết bị như thế trên mỗi kênh làm cho chuyển mạch số được xem là có ưu điểm về giá cả và kích thước. Dĩ nhiên, bất cứ một mạch tương tự nào kết cuối trên tổng đài chuyển mạch số hoặc là các đường thuê bao hoặc là các mạch trung kế hay hợp nối, đều phải được chuyển sang dạng PCM trước khi vào các chuyển mạch số. Tương tự các mạch rời khỏi tổng đài trên các phương tiện truyền dẫn tương tự cũng phải được chuyển từ số sang tương tự ngay tại ngoại vi của khối chuyển mạch. Các chuyển đổi A/D và D/A này, cùng với bất kỳ sự chuyển đổi báo hiệu cần thiết nào được đảm trách bởi "*thiết bị liên mạng*".

Vai trò của thiết bị liên kết mạng được mô tả trong một kiến trúc tổng quát ở hình 3.1. Hình này trình bày các luồng số PCM nhập vào khối chuyển mạch một cách trực tiếp ngay mức ghép kênh, trong khi các mạch tương tự kết cuối tại mức mạch riêng trên thiết bị liên kết mạng. Do đó, thiết bị liên kết mạng đành phải chịu sự thất thoát ưu điểm về giá cả và kích thước so với một tổng đài chuyển mạch số. Đối với các tổng đài trong môi trường truyền dẫn tương tự chiếm ưu thế, điều này có thể là rất quan trọng. Giá cả liên kết mạng cao do các bộ

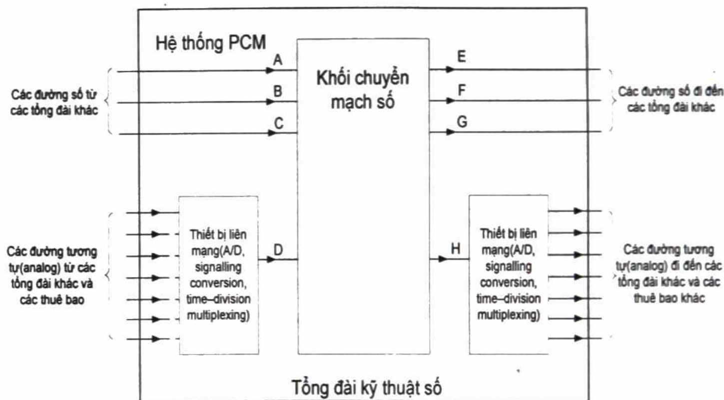
A/D và D/A đắt tiền, khiến các ứng dụng thực tiễn đầu tiên của chuyển mạch số chỉ áp dụng trong các tổng đài trung kế và hợp nối suốt thời gian từ cuối thập niên 60 đến đầu thập niên 70. Các tổng đài như vậy hoạt động như là các mode chuyển mạch trung gian giữa các hệ thống đường truyền PCM, sau đó phát triển trong các mạng trung kế và hợp nối. Sự phát triển của các tổng đài cục bộ kỹ thuật số giá cả phù hợp phải đợi cho đến khi các hệ thống mã hóa tiếng nói rẻ tiền xuất hiện vào cuối thập niên 70, nhờ tối thiểu được giá cả liên mạng trên mỗi đường dây thuê bao.

Chương này tập trung chủ yếu vào cơ cấu của chuyển mạch số và cấu trúc của các khối chuyển mạch số thực tế. Các chức năng ngoại vi kết cuối thuê bao và các đường trung kế sẽ được xem xét chi tiết trong chương kế tiếp.

Trước khi xem xét chuyển mạch số, cần cân nhắc lại một số các thuật ngữ. Hệ thống chuyển mạch trong một tổng đài tùy trường hợp được gọi với tên khác nhau "chuyển mạch", "mạng chuyển mạch", "mạng chuyển mạch trung tâm" hay "khối chuyển mạch". Để tránh nhầm lẫn với các thuật ngữ được dùng để mô tả các mạng điện thoại, trong tài liệu này dùng "chuyển mạch" để mô tả một phần tử chuyển mạch, và "khối chuyển mạch" để mô tả một nhóm các chuyển mạch. Ví dụ như "khối chuyển mạch" tập trung thuê bao.

Một khối chuyển mạch số cung cấp các kết nối giữa một số các hệ thống PCM, mỗi hệ thống thuê bao gồm 30 hay 24 kênh trong một khung TDM. Các hệ thống PCM kết thúc tại khối chuyển mạch trên các 'bus' tốc độ cao. Trong môn 'Kỹ thuật truyền dẫn' đã mô tả các mẫu từ mỗi kênh hình thành nên các từ mã PCM 8 bit như thế nào, các từ mã này được truyền trong các khe thời gian trên một bus ngõ nhập vào một khe thời gian trên một bus lối ra. Mặc dù thuật ngữ "kênh" và " khe thời gian" là riêng biệt, nhưng chúng được dùng đồng nghĩa với nhau trong tài liệu. Để cho rõ ràng, sự mô tả này xem chuyển mạch số đơn giản như là các liên kết khe thời gian, tạm để lại phía sau các mô

tả các dạng khác (như dữ liệu, báo hiệu, kiểm tra, quản trị) được truyền qua khe thời gian của kênh.



Hình 3.1. *Vai trò của một khối chuyển mạch.*

Ngay lúc này rất hữu ích khi xem xét một ví dụ đơn giản về kết nối xuyên qua một khối chuyển mạch. Tham khảo hình 3.1, xem xét một cuộc gọi được mang trong khe TS6 của hệ thống PCM A, nó yêu cầu kết nối đến tổng đài qua tuyến trung kế của hệ thống PCM F. Nếu TS6 rảnh trên hệ thống PCM F, thì kết nối có thể được thiết lập bằng cách liên kết hai hệ thống PCM trong khoảng thời gian khi TS6 đến một cách đồng thời trên cả hai hệ thống. Quá trình này là một cuộc nối không gian đơn giản và được gọi là "chuyển mạch không gian số".

Tuy nhiên, chỉ dựa vào chuyển mạch không gian trong một khối chuyển mạch số sẽ làm xuất hiện các vấn đề tắc nghẽn nghiêm trọng do nhiều khả năng hai hay nhiều cuộc gọi tranh chấp cùng một khe thời gian lối ra. Ví dụ tắc nghẽn sẽ xảy ra nếu TS6 của hệ thống PCM F đang bận(giả sử đang kết nối với TS6 của hệ thống PCM C) và do đó không sẵn sàng cho kết nối với TS6 của hệ thống PCM A. Sự tắc

nghẽn này có thể tránh được bằng cách chọn một khe thời gian khác TS6 trên hệ thống PCM F cho cuộc gọi từ hệ thống A. Thông thường điều này có thể, bởi vì bất cứ khe thời gian tự do nào trên một tuyến đến một tổng đài đều thích hợp cho việc mang thông tin cuộc gọi. Kết nối giữa khe thời gian TS6 trên hệ thống PCM A với một vài khe thời gian khác trên hệ thống PCM F liên hệ không chỉ chuyển mạch không gian số giữa hai hệ thống PCM mà còn liên hệ với " chuyển mạch thời gian" giữa các khe thời gian khác nhau ở ngõ nhập và ngõ xuất. Các khối chuyển mạch thực tế thông thường dùng một tổ hợp chuyển mạch không gian và chuyển mạch thời gian.

Trong các phần sau đây, các chuyển mạch không gian và chuyển mạch thời gian được mô tả một cách riêng biệt trước khi sự tổ hợp chúng vào các khối chuyển mạch được xem xét. Các mô tả này giả sử rằng tất cả các hệ thống PCM kết thúc khối chuyển mạch được đồng bộ để tất cả các khe thời gian tương ứng đến một cách đồng thời xuyên qua các chuyển mạch. Do đó, trên hình 3.1 TS1 của hệ thống PCM A xảy ra đồng thời với các TS1 của các hệ thống B, C, D, E, F, G, H và TS1 của khối chuyển mạch. Chắc chắn hơn, giả sử rằng các kết nối xuyên qua các chuyển mạch đã được thiết lập.

3.2. Chuyển mạch không gian kỹ thuật số

Tầng chuyển mạch không gian số S (Space Switch Stage) cấu tạo từ một ma trận chuyển mạch kích thước N đầu vào và M đầu ra vật lý. Lưu ý rằng đây là hệ thống TDM – số, do đó mỗi đường vật lý chứa n kênh thời gian mà chúng mang các tín hiệu PCM. Như vậy để kết nối một khe thời gian bất kỳ nào trong một đường PCM bất kỳ phía đầu vào của ma trận chuyển mạch tới khe thời gian tương ứng (nghĩa là có cùng mã số TS) của một đường PCM bất kỳ phía đầu ra của ma trận thì một điểm chuyển mạch thích hợp của ma trận chuyển mạch cần phải hoạt động trong suốt thời gian của TS đó và lặp lại với chu kỳ T = 125μsec trong suốt quá trình tạo kênh. Trong các thời gian khác, vẫn điểm chuyển mạch đó có thể sử dụng cho các quá trình nối khác.

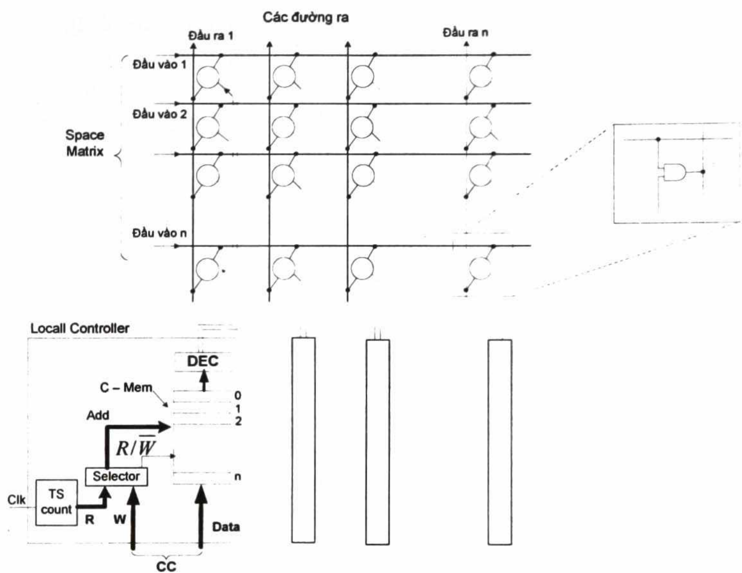
Tương tự như vậy đối với tất cả các điểm chuyển mạch khác của ma trận có thể được sử dụng để thiết lập kênh nối cho các cuộc gọi khác nhau.

Chuyển mạch không gian tín hiệu TDM-số thường thiết lập đồng thời một số lượng lớn các cuộc nối qua ma trận với tốc độ tức thì trong một khung tín hiệu 125 µsec, trong đó mỗi cuộc nối qua ma trận tồn tại trong thời gian của một khe thời gian TS. Một cuộc gọi điện thoại có thể kéo dài trong khoảng thời gian nhiều khung tín hiệu PCM (thông thường khoảng 1,2 – 2 triệu khung và tương ứng với khoảng từ 3-5 phút). Do vậy một kiểu điều khiển theo chu kỳ đơn giản cho một mẫu nối là cần thiết. Điều này dễ dàng đạt được nhờ một bộ nhớ RAM điều khiển cục bộ liên quan tới ma trận chuyển mạch không gian.

Hình 3.2 minh họa nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của một tầng chuyển mạch không gian S. Chuyển mạch tầng S cấu tạo từ 2 thành phần cơ bản – Ma trận chuyển mạch và khối điều khiển chuyển mạch cục bộ.

Ma trận chuyển mạch vuông kích thước NxN, trong đó hàng dùng cho các đường PCM phía đầu vào và cột dùng cho các đường PCM phía đầu ra. Tại giao điểm của hàng và cột dấu nối điểm chuyển mạch và thông thường đó là cổng logic AND hay cổng logic 3 trạng thái. Chú ý rằng AND hay cổng logic ba trạng thái là mạch logic không nhớ, do vậy chuyển mạch cho cùng một khe thời gian giữa đầu vào và đầu ra của phần tử chuyển mạch. Các điểm chuyển mạch trong mỗi cột được điều khiển bởi một bộ nhớ điều khiển C-Mem(Control Memory).

Khối điều khiển cục bộ bao gồm bộ đếm khe thời thời gian TS–Counter, bộ chọn địa chỉ Selector và bộ nhớ điều khiển C-Mem để thực hiện chức năng điều khiển cục bộ ma trận chuyển mạch. Bộ nhớ C-Mem lưu trữ các số liệu liên quan tới các điểm chuyển mạch tương ứng với các khe thời gian TS trong khung tín hiệu đã cho.



Hình 3.2. *Nguyên lý chuyển mạch tầng S.*

Mã địa chỉ nhị phân được gán cho mỗi điểm chuyển mạch trong một cột. Mỗi địa chỉ thích hợp sau đó sẽ được sử dụng để chọn một điểm chuyển mạch yêu cầu để thiết lập cuộc nối giữa một đầu vào với một đầu ra của ma trận chuyển mạch. Các địa chỉ chọn này được nhớ trong bộ nhớ điều khiển C-Mem theo thứ tự khe thời gian tương ứng với với biểu đồ thời gian kết nối hiện thời. Như vậy đối với cột 1, địa chỉ của điểm chuyển mạch sẽ được thông mạch trong thời gian TS0 sẽ được nhớ trong ô nhớ có địa chỉ 0 của C-Mem cho cột, địa chỉ của điểm chuyển mạch sẽ thông mạch trong khẹ thời gian TS1 sẽ được nhớ trong ô nhớ địa chỉ 1. Tương tự như vậy đối với tất cả các địa chỉ khác trong tầng chuyển mạch.

Độ dài của các ô nhớ C-Mem được xác định trên cơ sở địa chỉ nhị phân của các điểm chuyển mạch trong cột, nghĩa là có ldN(số nguyên lớn hơn nhỏ nhất) bits, còn số lượng ô nhớ của C-Mem bằng số lượng khe thời gian TS có trong một khung tín hiệu của đường TDM số. Ngay sau khi bộ nhớ điều khiển C-Mem được nạp số liệu các địa chỉ của các điểm chuyển mạch trong cột, thì quá trình điều khiển chuyển mạch có thể thực hiện bằng cách đọc các nội dung của mỗi ô nhớ C-Mem trong thời gian thích hợp tương ứng với khe thời gian yêu cầu, sử dụng các số liệu địa chỉ đó để chọn điểm chuyển mạch cần thiết mà nó sẽ thông mạch trong thời gian của TS nêu trên. Quá trình này sẽ được tiếp tục lặp lại cho tới khi tất cả các ô nhớ của C-Mem được đọc và các điểm chuyển mạch được điều khiển một cách thích hợp. Tiếp theo thủ tục này sẽ được lặp lại với số chu kỳ T = 125µsec, bắt đầu với ô nhớ đầu tiên của C-Mem. Mỗi chu kỳ là một khung của Format tín hiệu số sử dụng và trong thời gian đó tổ hợp mã tín hiệu PCM từ mỗi khe thời gian đầu vào có thể sẽ được chuyển mạch tới một khe thời gian thích hợp tại một đầu ra xác định.

Từ hình 3.2 ta có thể nhận thấy rằng mỗi C-Mem chỉ điều khiển một cột của ma trận và do đó cách trang bị này gọi là điều khiển đầu ra. Tất nhiên cũng có thể trang bị điều khiển theo đầu vào.

Khảo sát phân tích cấu tạo và hoạt động của chuyển mạch số tầng S trên đây đã chỉ rõ rằng chuyển mạch tầng S có vấn đề nghiêm trọng do hiện tượng blocking gây ra do xác suất tranh chấp lớn khi có hai hay nhiều cuộc gọi cùng xuất hiện ở các đầu vào khác nhau nhưng cùng muốn chiếm cùng một khe thời gian trong luồng PCM đầu ra của ma trận chuyển mạch. Hiện tượng blocking có thể được khắc phục bằng cách tìm chọn các khe thời gian rỗi khác nhau, điều này có thể thực hiện được bởi vì bất kỳ khe thời gian rỗi nào trong hướng đã cho cũng có thể dùng cho cuộc gọi xác định. Ngoài ra dùng kết hợp giữa chuyển mạch tầng S với chuyển mạch tầng T (Time Switch Stage) vừa có thể phát triển dung lượng khối chuyển mạch vừa giảm được hiện tượng blocking.

Sau đây chúng ta sẽ khảo sát một ví dụ để mô tả nguyên tắc hoạt động chuyển mạch tạo kênh của tầng S. Ví dụ mô tả hoạt động của tầng S phục vụ cho một cuộc nối giữa TS0 của luồng tín hiệu PCM1 đầu vào với TS0 của luồng tín hiệu PCM1 phía đầu ra. Căn cứ vào yêu cầu chuyển mạch cụ thể đã cho, trước hết hệ thống điều khiển trung tâm CC(Central Control) của tổng đài sẽ tạo các số liệu điều khiển để nạp vào bộ nhớ C-Mem của tầng S. Từ hình 3.2 ta thấy điểm chuyển mạch duy nhất có thể đảm bảo cho yêu cầu kết nối PCM1 phía đầu vào với PCM1 phía đầu ra là AND_{11}, do đó CC tạo mã địa chỉ nhị phân cho phần tử AND_{11} này. Mà theo yêu cầu phải thực hiện chuyển mạch cho khe thời gian TS0 do vậy CC sẽ chiếm ô nhớ có địa chỉ mã nhị phân 0 tương ứng của C-Mem. Các số liệu cơ bản đã có CC nạp địa chỉ nhị phân AND_{11} vào ô nhớ 0 của C-Mem tầng S, xong rồi nó giao quyền điều khiển cho khối điều khiển cục bộ (Locall Controller) điều khiển trực tiếp quá trình tiếp theo.

Để đảm bảo cho tầng chuyển mạch S hoạt động chính xác, yêu cầu tín hiệu đồng hồ phải hoàn toàn đồng bộ với thời điểm bắt đầu của mỗi khe thời gian TS trong khung tín hiệu PCM được sử dụng.

Như vậy, khi bắt đầu một khung tín hiệu PCM tín hiệu đồng hồ thứ nhất tác động vào bộ đếm khe thời gian TS-Counter làm cho bộ đếm này thiết lập trạng thái 0 có mã nhị phân tương ứng với địa chỉ ô nhớ 0 của C-Mem, nhờ bộ chọn địa chỉ Selector mã trạng thái này được đưa tới BUS địa chỉ của bộ nhớ C-Mem. Đồng thời với việc tạo mã địa chỉ, Selector tạo ra tín hiệu điều khiển đọc đưa tới C-Mem, do đó nội dung chứa trong ô nhớ 0 được đưa ra thanh ghi giải mã. Vì nội dung này lại chính là địa chỉ của phần tử chuyển mạch AND_{11}, do đó đã tạo được tín hiệu điều khiển điểm chuyển mạch này, nhờ đó tín hiệu PCM chứa trong khe thời gian TS0 của PCM1 phía đầu vào được chuyển qua phần tử chuyển mạch AND_{11} để hướng tới PCM1 ở phía đầu ra của ma trận chuyển mạch S, tức là đã thực hiện chức năng chuyển mạch.

Kết thúc thời gian của TS0, xung đồng hồ thứ 2 tác động vào TS-Counter làm nó chuyển sang trạng thái 1 có mã nhị phân tương ứng với địa chỉ ô nhớ 1 của C-Mem. Như vậy kết thúc việc tạo tín hiệu điều khiển cho AND_{11} đối với quá trình chuyển mạch cho TS0 theo yêu cầu. Tương tự như vậy đối với các khe thời gian tiếp theo và thủ tục được lặp lại với chu kì T =125μsec trong suốt quá trình thiết lập nối cho cuộc gọi đang xét.

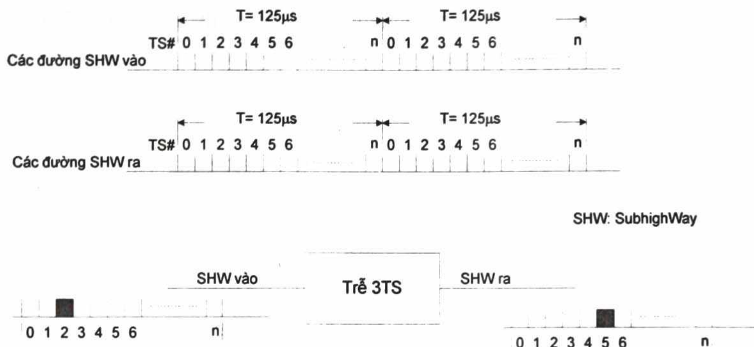
Khi cuộc gọi kết thúc CC nhận biết và nó sẽ giải phóng cuộc nối một cách đơn giản bằng hoạt động xóa số liệu đã ghi vào C-Mem như đã nêu khi bắt đầu cuộc gọi. Trong các tầng chuyển mạch S thực tế, các bits tín hiệu PCM thường được ghép kênh tạo luồng tốc độ cao và biến đổi thành dạng song song trước khi qua tầng S. Ví dụ như luồng tín hiệu số PCM 32 với tốc độ truyền bit nổi tiếng là 2,048 Mbit/s được mang trong đôi dây đơn đưa tới bộ biến đổi nối tiếp – song song.

3.3. Chuyển mạch thời gian số

Chúng ta nhận thấy rằng cấu tạo và hoạt động của chuyển mạch tầng S chỉ thực hiện cho các quá trình chuyển mạch có cùng chỉ số khe thời gian giữa đường PCM vào và đường PCM ra. Trong trường hợp tổng quát có yêu cầu trao đổi khe thời gian giữa đầu vào và đầu ra khác nhau thì phải ứng dụng tầng chuyển mạch thời gian T(Time Switch Stage)

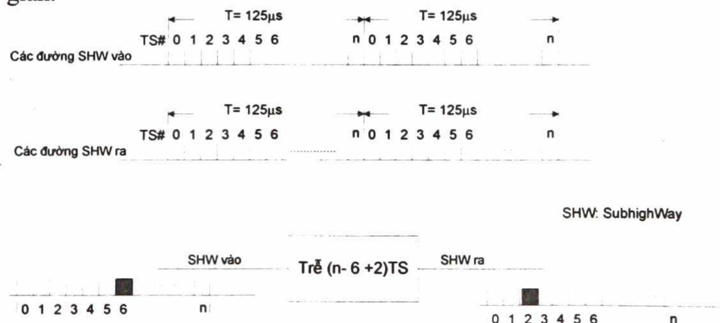
Trên hình 3.3 dưới đây minh họa quá trình trao đổi khe thời gian giữa TS2 và TS5 cho hai khung liên tiếp nhau giữa đường PCM vào và PCM ra của tầng chuyển mạch T.

Vì các khe thời gian TS được sắp xếp liên tiếp nhau theo thứ tự tăng dần, do vậy để trao đổi thông tin giữa các khe thời gian TS2 và TS5, tín hiệu PCM trong TS2 cần phải được lưu tạm thời tại tầng T trong khoảng thời gian 3 TS trong cùng một khung, sau đó vào khe thời gian của TS5, tín hiệu PCM được đưa ra đường PCM phía đầu ra của tầng chuyển mạch.



Hình 3.3. *Trao đổi khe thời gian.*

Trong trường hợp nếu cần chuyển mạch giữa khe thời gian ở đầu ra với khe thời gian có chỉ số lớn hơn ở phía đầu vào, ví dụ TS6 và TS2 như minh họa trên hình 3.4 thì tín hiệu không thể trễ trong cùng một khung mà phải trễ tới khung tiếp theo, cụ thể là (n-6) +2 khe thời gian.



Hình 3.4. *Nguyên lý chuyển mạch thời gian.*

Như vậy, về nguyên tắc đối với tín hiệu số có nhiều cơ chế để tạo độ trễ thời gian theo yêu cầu song với những tính năng ưu việt của

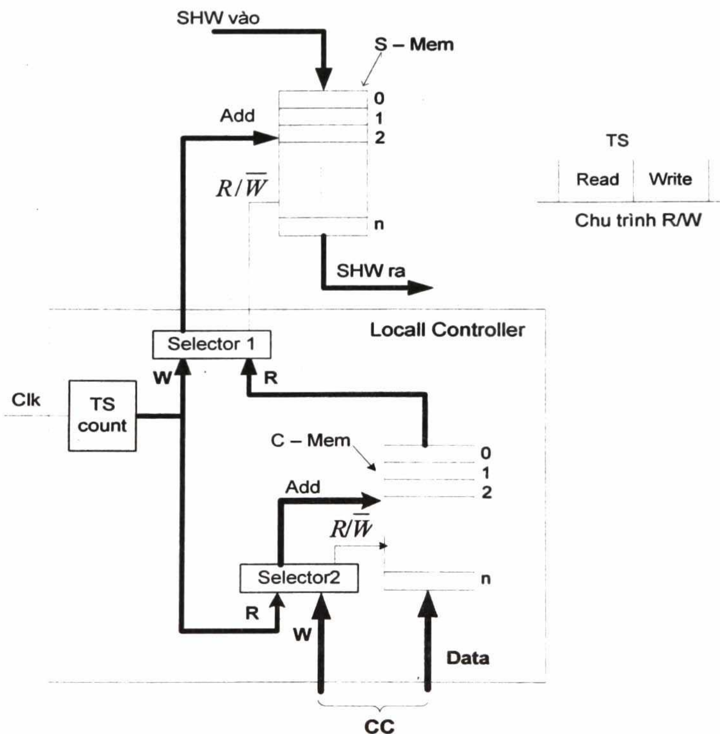
công nghệ vi mạch hiện đại về tốc độ và giá thành, ngày nay bộ nhớ RAM được sử dụng trong tất cả các hệ thống chuyển mạch số DSS (Digital Switching System).

Nguyên lý cấu tạo của chuyển mạch tầng T bao gồm 02 thành phần chính là bộ nhớ tin S-Mem (Speak Memory) và bộ nhớ điều khiển C-Mem như hình 3.5 minh họa dưới đây. Chức năng cơ bản của S-Mem là để nhớ tạm thời các tín hiệu PCM chứa trong mỗi khe thời gian phía đầu vào để tạo độ trễ thích hợp theo yêu cầu mà nó có giá trị từ nhỏ nhất là 1TS tới cực đại là (n-1)TS.

Nếu việc ghi các tín hiệu PCM chứa trong các khe thời gian TS phía đầu vào của tầng chuyển mạch T vào S-Mem được thực hiện một cách tuần tự thì có thể sử dụng một bộ đếm nhị phân Module(n) cùng với bộ chọn rất đơn giản để điều khiển. Lưu ý rằng khi đó tín hiệu đồng hồ phải hoàn toàn đồng bộ với các thời điểm đầu của TS trong khung tín hiệu PCM được sử dụng trong hệ.

Bộ nhớ C-Mem có chức năng dùng để điều khiển quá trình đọc thông tin đã lưu đệm tại S-Mem. Cũng như C-Mem trong chuyển mạch tầng S, bộ nhớ C-Mem của tầng T cũng có n ô nhớ bằng số lượng khe thời gian trong khung tín hiệu PCM sử dụng. Trong thời gian mỗi TS, C-Mem điều khiển quá trình đọc một ô nhớ tương ứng thích hợp trong T-Mem. Như vậy hiệu quả trễ của tín hiệu PCM của T-Mem được xác định một cách rõ ràng rành mạch bởi hiệu số giữa các khe thời gian ghi và đọc tin PCM ở bộ nhớ S-Mem. Thật là thú vị từ cơ chế chuyển mạch nêu trên ta nhận thấy rằng tầng chuyển T hoạt động không bình thường trong cách phân chia thời gian. Cùng một bộ nhớ C-Mem, các ô nhớ được sử dụng một cách độc quyền cho một cuộc gọi xác định trong suốt thời gian của cuộc nối. Như vậy chúng ta có điều nghịch lý rằng chuyển mạch không gian S được phân chia thời gian trong khi đó chuyển mạch thời gian T lại được phân chia theo không gian.

Để hiểu nguyên lý hoạt động của chuyển mạch thời gian T, ta sẽ xét ví dụ sau đây. Giả sử có yêu cầu chuyển mạch phục vụ cho cuộc nối giữa TS5 của luồng tín hiệu PCM đầu vào với TS9 của luồng tín hiệu PCM đầu ra của chuyển mạch tầng T như minh họa hình 3.5.



Hình 3.5. *Cấu tạo của tầng chuyển mạch thời gian kỹ thuật số.*

Căn cứ yêu cầu chuyển mạch, hệ thống điều khiển trung tâm CC của tổng đài sẽ tạo các số liệu điều khiển cho tầng T. Để thực hiện điều này CC của tổng đài sẽ nạp số liệu về địa chỉ nhị phân ô nhớ số 5

của T-Mem vào ô nhớ số 9 của C-Mem, sau đó CC giao quyền điều khiển cục bộ cho chuyển mạch tầng T trực tiếp thực hiện quá trình trao đổi khe thời gian theo yêu cầu chuyển mạch.

Tiếp theo để cho quá trình mô tả được hoàn toàn xác định và dễ theo dõi, chúng ta khảo sát từ thời điểm bắt đầu TS0 của khung tín hiệu PCM. Quá trình ghi thông tin PCM chứa trong các khe thời gian phía đầu vào bộ nhớ S-Mem được thực hiện một cách lần lượt và đồng bộ nhờ hoạt động phối hợp giữa bộ đếm khe thời gian TS-Counter và bộ chọn địa chỉ Selector1. Cụ thể là khi bắt đầu khe thời gian TS0, tín hiệu đồng hồ tác động vào TS-Counter làm nó thiết lập trạng thái 0 để tạo tổ hợp mã nhị phân tương ứng với địa chỉ mã nhị phân ô nhớ 0 của S-Mem. Bộ chọn địa chỉ Selector 1 được sử dụng để điều khiển đọc hay ghi bộ nhớ S-Mem (RAM), trong trường hợp này nó chuyển mã địa chỉ này vào Bus địa chỉ Add của S-Mem đồng thời tạo tín hiệu điều khiển ghi W, do vậy tổ hợp mã tín hiệu PCM chứa trong khe thời gian TS0 của luồng số đầu vào được ghi vào ô nhớ số 0 của S-Mem. Kết thúc thời gian TS0 cũng là bắt đầu TS1 song đồng hồ lại tác động vào TS- Counter làm cho nó chuyển sang trạng thái 1 để tạo địa chỉ nhị phân cho ô nhớ số 1 của S-Mem. Selector1 chuyển số liệu này vào Bus địa chỉ của S-Mem, đồng thời tạo tín hiệu điều khiển ghi W do đó tổ hợp mã tín hiệu PCM trong khe thời gian TS1 của luồng số đầu vào được ghi vào ô nhớ 1 của S-Mem. Quá trình xảy ra tương tự đối với các khe thời gian TS2, TS3, TS4, TS5 và tiếp theo cho tới khe thời gian cuối cùng TSn của khung. Sau đó tiếp tục lặp lại cho các khung tiếp theo trong suốt thời gian thiết lập cuộc nối yêu cầu.

Bắt đầu khe thời gian TS9, tín hiệu đồng hồ tác động vào TS-Counter làm nó chuyển trạng thái tạo mã nhị phân tương ứng địa chỉ ô nhớ số 9 của C-Mem. Bộ chọn địa chỉ Selector2 chuyển số liệu này vào Bus địa chỉ của C-Mem đồng thời tạo tín hiệu điều khiển đọc R cho bộ nhớ C-Mem; kết quả là nội dung chứa trong ô nhớ số 9 của C-Mem được đưa ra ngoài hướng tới Bus địa chỉ đọc phía đầu vào của Selector1. Vì nội dung của ô nhớ số 9 C-Mem là địa chỉ nhị phân của

ô nhớ số 5 của S-Mem do vậy bộ chọn địa chỉ Selector1 chuyển địa chỉ này vào Bus địa chỉ của S-Mem, đồng thời nó tạo được tín hiệu điều khiển đọc R của S-Mem. Kết quả là nội dung chứa trong ô nhớ số 5 của S-Mem được đưa ra ngoài vào khoảng thời gian của khe thời gian TS9, nghĩa là đã thực hiện đúng chức năng chuyển mạch yêu cầu cho trước. Quá trình tiếp tục lặp lại như trên với chu kỳ 125µs với các khung tiếp theo cho tới khi kết thúc cuộc nối.

Cơ chế hoạt động của chuyển mạch tầng T như đã trình bày trên đây là quá trình ghi tín hiệu PCM vào S-Mem được thực hiện một cách tuần tự, còn quá trình ghi tín hiệu PCM vào S-Mem được thực hiện theo yêu cầu theo cách ngẫu nhiên. Chế độ làm việc như vậy của chuyển mạch tầng T gọi là "ghi tuần tự đọc ngẫu nhiên" viết tắt là SWRR(Sequencial Write Random Read). Ngoài chế độ SWSR trong thực tiễn còn phải sử dụng chế độ "ghi ngẫu nhiên, đọc tuần tự" RWSR(Random Write Sequencial Read) mà chúng ta sẽ khảo sát khi mô tả cấu trúc và hoạt động của tầng chuyển mạch số ghép kết hợp T-S-T sau này.

3.4. Các cấu trúc của các khối chuyển mạch số dung lượng lớn

3.4.1. Giới thiệu chung

Trong các ứng dụng thực tế của các khối chuyển mạch tín hiệu số ta thường phải giải quyết hai vấn đề quan trọng là chất lượng dịch vụ QoS(Quality of Service) và dung lượng cần thiết của khối chuyển mạch yêu cầu. Chất lượng phục vụ chủ yếu phụ thuộc vào hiện tiện blocking và hiện tiện này với xác suất khá lớn khi chỉ sử dụng các chuyển mạch tầng S. Đối với tầng T như đã mô tả trên đây nó có thể đảm bảo chức năng chuyển mạch không blocking cho tất cả các khe thời gian trong luồng tín hiệu tốc độ cao PCM mà nó đảm nhiệm phục vụ. Ví dụ với hệ thống 32 luồng PCM 30/32 được ghép kênh số thành một luồng cao tốc PCM 1024 TS hướng tới chuyển mạch tầng T đơn lẻ thì tất cả 1024 TS có thể được kết nối một cách tự do mà không gây

hiện tượng blocking. Nếu một trường chuyển mạch được xây dựng bằng một tầng T như vậy thì dung lượng thực tế của nó là 512 TS (1024/2) để thực hiện kết nối các kênh PCM theo cả hai chiều thu/phát. Tuy vậy, trong các ứng dụng thực tế ở tổng đài nội hạt, trường chuyển mạch ngoài việc tạo kênh cho kênh thoại còn phải tạo kênh cho báo hiệu và điều khiển. Do đó, với một tầng T đơn thì trường chuyển mạch chỉ bảo đảm được khoảng 450 thuê bao nghĩa là dung lượng tổng đài quá nhỏ.

Ngoài ra đối với công nghệ chế tạo khi kích thước tầng S tăng lên thì số lượng chân ra của vi mạch cũng sẽ rất lớn gây khó khăn chế tạo vi mạch. Còn việc tăng dung lượng của chuyển mạch tầng T thì bị hạn chế bởi công nghệ chế tạo vi mạch nhớ RAM và các mạch logic điều khiển liên quan. Như vậy việc tăng dung lượng trường chuyển mạch số để đảm bảo cho số lượng thuê bao và trung kế lớn tùy ý theo yêu cầu chỉ còn cách phải xây dựng trường chuyển mạch sử dụng kết hợp các chuyển mạch tầng T và S tiêu chuẩn. Có rất nhiều phương pháp ghép kết hợp giữa các chuyển mạch tầng S và T, ví dụ như T-S, S-T, S-T-S, T-S-T, T-S-S-T,...

Do có khả năng tiếp thông hoàn toàn và không có hiện tượng blocking nên người ta mong muốn chỉ sử dụng một tầng T. Tuy vậy một tầng T chỉ dùng làm khối chuyển mạch không blocking có dung lượng tối đa 1024TS. Với cấu trúc hai tầng T-S và S- T chỉ thích hợp cho các tầng chuyển mạch dung lượng nhỏ và vừa. Nhưng với phương án này xác suất blocking sẽ tăng nhanh cùng với sự gia tăng dung lượng của tầng chuyển mạch S. Do vậy ở các tổng đài dung lượng vừa và lớn nhằm mục tiêu giảm blocking và tăng dung lượng khối chuyển mạch người ta thường dùng cấu trúc ba tầng.

Trước đây, cấu trúc S-T-S được sử dụng nhưng từ cuối thập niên 70 trở lại đây cấu trúc T-S-T chiếm ưu thế hơn và ngày nay cấu trúc này được sử dụng rộng rãi nhất. Sở dĩ trước đây người ta sử dụng S-T-S là vì với trình độ công nghệ lúc đó để tránh chi phí lớn cho tốc độ hoạt động cao của vi mạch. Ngày nay các ưu điểm về tốc độ cao của

RAM đã bù lại được về chi phí giá thành cho cả hai công nghệ chuyển mạch S và chuyển mạch T do đó mà cấu trúc T-S-T được ưa chuộng hơn.

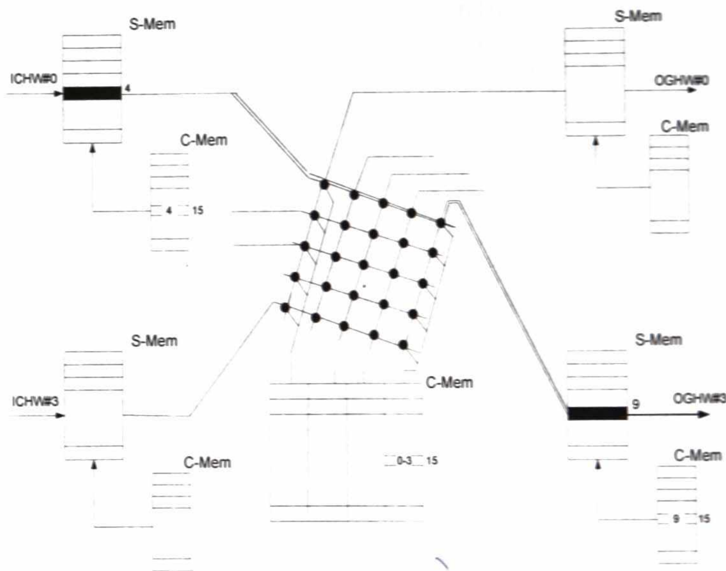
Trong các tổng đài dung lượng cực lớn, các chuyển mạch tầng S có tác dụng chia nhỏ trường chuyển mạch thành một số tầng thành phần nhằm hạn chế kích thước của chúng do đó các cấu trúc 4 hoặc 5 tầng T-S-S-T hoặc T-S-S-S-T đã được ứng dụng. Lưu ý rằng việc sử dụng cấu trúc chuyển mạch tầng S đa tầng giảm được tổng chi phí giá thành nhưng sẽ tăng chi phí để giải quyết vấn đề blocking.

Theo lý thuyết cấu trúc chuyển mạch T-S-T có hệ số tập trung là 1:1 có thể bảo đảm không xảy ra blocking nếu số lượng khe thời gian nội bộ qua tầng chuyển mạch S là 2n-1, trong đó n là số lượng khe thời gian ở trong các luồng PCM vào và ra của tầng chuyển mạch T ngoại vi. Tuy vậy thậm chí là cả khi mà số lượng khe thời gian trong và ngoài bằng nhau thì chất lượng phục vụ QoS vẫn rất tốt (khoảng 3.10^{-17} cho kênh có lưu lượng 0,7 Erl và sẽ tăng lên tới $4,7.10^{-8}$ khi lưu lượng kênh là 0,8 Erl). Hơn nữa, do không phải tất cả các khe thời gian ngoài ở luồng PCM được sử dụng để truyền tải lưu lượng mã số khe thời gian nội thường luôn luôn có sẵn cho việc định tuyến lưu lượng qua chuyển mạch tầng S và lớn hơn so với số lượng khe thời gian TS ngoài, nhờ đó mà thậm chí cả với những kênh lưu lượng cao 0,8 Erl chất lượng dịch vụ QoS của T-S-T vẫn có thể có giá trị từ 10^{-8} đến 10^{-10}.

Tóm lại việc lựa chọn cấu trúc cụ thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ phức tạp, kích thước trường chuyển mạch, lưu lượng phục vụ, kích thước Module, khả năng kiểm tra đo thử bảo dưỡng, mở rộng dung lượng,... Trong các cấu trúc ghép các tầng chuyển mạch thì cấu trúc T-S-T được sử dụng rộng rãi nhất và nó được thiết kế dưới dạng các Module có kích thước phù hợp với công nghệ, ứng dụng thực tế và dễ phát triển, dễ vận hành và bảo dưỡng.

3.4.2. Khối chuyển mạch T-S-T

Khối chuyển mạch số cấu trúc T-S-T cấu tạo từ 3 tầng chuyển mạch T1, S và T2 kết nối với nhau như minh họa trên hình 3.6.



Hình 3.6. *Trường chuyển mạch số T-S-T.*

Tầng chuyển mạch thời gian T1 phía đầu vào kết nối khe thời gian vào với một khe thời gian rỗi nào đó trong đường Bus dẫn tới đầu vào của tầng chuyển mạch không gian S. Trong khi đó tầng chuyển mạch thời gian T2 phía đầu ra kết nối khe thời gian đã được chọn từ chuyển mạch tầng S tới khe thời gian ra yêu cầu. Như vậy cuộc gọi được kết nối qua trường chuyển mạch có thể được định tuyến qua tầng S với bất kỳ khe thời gian thích hợp nào.

Phù hợp với tính chất ứng dụng của các luồng ghép kênh số cao tốc PCM từ bên ngoài vào/ra khối chuyển mạch T-S-T, các chuyển

mạch thời gian ở tầng T1 làm việc theo chế độ SWRR còn các chuyển mạch thời gian tầng T2 ngược lại làm việc theo chế độ RWSR. Ngoài ra ưu điểm của chế độ hoạt động được lựa chọn trên đây làm cho việc điều khiển nội bộ khối chuyển mạch trở nên rõ ràng, đơn giản và dễ thực hiện hơn. Thông thường dung lượng của các chuyển mạch thời gian T khoảng 1024 TS, còn kích thước của ma trận chuyển mạch S là 8x8, 16x16 và 64x64 đường cao tốc HW(HighWay).

Để giải thích quá trình thực hiện nhiệm vụ chuyển mạch của khối chuyển mạch số cấu trúc T-S-T trên hình 3.6 đã chỉ rõ các số liệu điều khiển mà CC đã tạo và nạp vào các C-Mem để điều khiển quá trình chuyển mạch phục vụ cho cuộc nối giữa khe thời gian TS4 của luồng số cao tốc đầu vào 0 ICHW#0 với khe thời gian TS9 của luồng tín hiệu PCM cao tốc đầu ra 2 OGHW#3 qua khe thời gian trung gian TS15 ở tầng chuyển mạch không gian S.

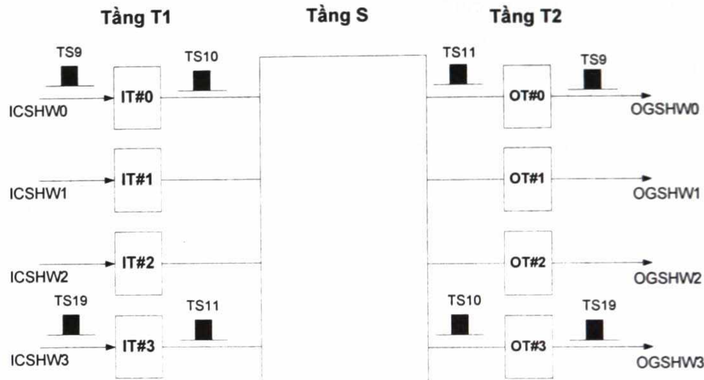
3.4.3. Khối chuyển mạch kênh 2 hướng

Ứng dụng các tầng chuyển mạch như đã trình bày trên đây có thể xây dựng khối chuyển mạch đơn hướng có kích thước bất kỳ. Tuy nhiên, trong thực tế luôn luôn có nhu cầu phải thiết lập kênh song hướng qua các tầng chuyển mạch chỉ dẫn tín hiệu một chiều. Để giải quyết yêu cầu này ngày càng cần phải sử dụng hai đường dẫn một chiều kết hợp để tạo thành một đường dẫn hai chiều. Có hai phương pháp được sử dụng để thực hiện nhiệm vụ nêu trên:

- Đường dẫn thứ hai được thiết kế một cách hoàn toàn độc lập với đường dẫn thứ nhất.
- Cả hai đường dẫn được thiết lập phối hợp cùng nhau.

Dễ thấy rằng ở phương pháp thứ nhất sẽ cho độ linh hoạt của hệ thống cao hơn, trong khi đó phương pháp thứ hai lại làm cho hệ thống có khả năng tiết kiệm phần cứng hơn nhờ tính đối xứng của thiết bị chuyển mạch. Mặt khác điều khiển ở phương pháp thứ hai cũng đơn giản hơn vì việc tìm chọn đường nối cho cả hai hướng được thực hiện

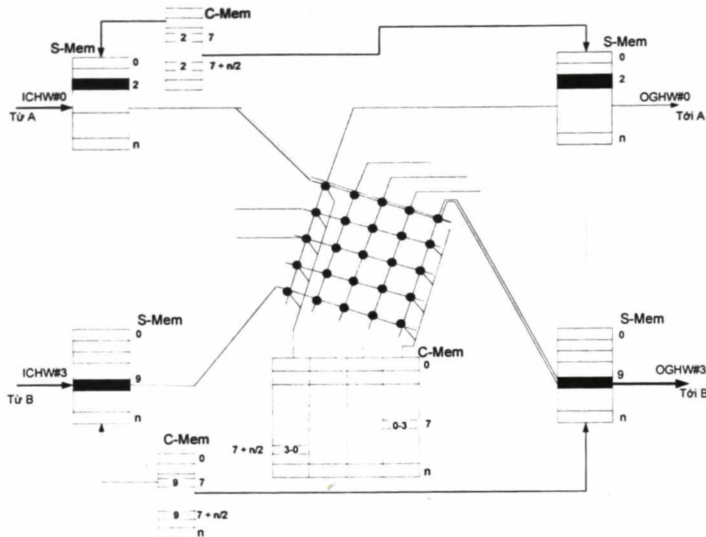
trong một phép tìm chọn trong khi đó với phương pháp thứ nhất yêu cầu hai phép tìm chọn riêng biệt cho mỗi hướng truyền dẫn. Hình 3.7 minh họa nguyên tắc của khối chuyển mạch theo phương án thứ nhất.



Hình 3.7. *Khối chuyển mạch TST hai hướng.*

Giả sử theo yêu cầu phải chuyển mạch cho cuộc nối giữa TS9 ICHW#0 với TS19 OGHW#3 (như hình 3.7). Để thực hiện kết nối cho quá trình trên trước hết CC tìm chọn một khe thời gian trung gian(nội bộ) rỗi để kết nối chuyển mạch thời gian phía đầu vào IT#0 với chuyển mạch thời gian phía đầu ra OT#3 qua chuyển mạch không gian S. Giả thiết tại thời điểm đó trong Bus PCM nội bộ tầng S các khe thời gian TS10 và TS11 là rỗi do vậy CC có thể chọn các khe thời gian này làm khe trung gian cho cuộc gọi. CC sẽ lệnh nạp các số liệu thích hợp vào các bộ nhớ C-Mem cụ thể như sau:

- Tại IT#0: Ô nhớ 10 của C-Mem địa chỉ ô nhớ 9 của S-Mem.
- Tại tầng S: Ô nhớ 10 của C-Mem cột 1 địa chỉ điểm chuyển mạch 0-3.
- Tại OT#3: Ô nhớ 10 của C-Mem địa chỉ ô nhớ 19 của S-Mem.



Hình 3.8. *Trường chuyển mạch song hướng kiểu đối pha.*

Để tạo hướng ngược lại CC lệnh nạp các số liệu có thể như sau:

- Tại IT#3: Ô nhớ 11 của C-Mem địa chỉ ô nhớ 19 của S-Mem.
- Tại tầng S: Ô nhớ 11 của C-Mem cột 1 địa chỉ điểm chuyển mạch3-0.
- Tại OT#0: Ô nhớ 11 của C-Mem địa chỉ ô nhớ số 9 của S-Mem.

Kết thúc cuộc nối CC sẽ xóa các số liệu trên đây để kết thúc quá trình trao đổi khe thời gian và giải phóng cuộc nối, các ô nhớ và các khe thời gian trở về trạng thái rỗi để có thể phục vụ cho các cuộc gọi nối tiếp theo.

Hình 3.8 minh họa một cách khác để điều khiển việc tạo kênh hai chiều thực hiện theo phương pháp thứ 2. Sơ đồ này còn có tên gọi là

phương pháp đối pha. Theo phương pháp này nếu tìm được một đường nối từ A đến B trong một khe thời gian xác định thì đường ngược lại sẽ luôn luôn được đảm bảo ở nửa sau của khung thời gian được sử dụng. Trong ví dụ minh họa trên hình 3.8 hướng thuận được sử dụng khe thời gian trung gian số 7 và tiếp theo đó hướng ngược sẽ chiếm dùng khe thời gian (7+n/2). Phương pháp này kết hợp với việc giảm được số lượng bộ nhớ điều khiển.

3.5. Điều khiển các khối chuyển mạch số

Trong các mục trước đây đã trình bày các vấn đề liên quan tới các vấn đề liên quan tới các phương pháp quản lý khe thời gian qua các trường chuyển mạch số ở trạng thái bền vững xác lập, nghĩa là kênh đã được chọn và thiết lập xong. Còn trong phần này sẽ đề cập đến vấn đề tạo các số liệu điều khiển liên quan thích hợp cho các bộ nhớ điều khiển của khối chuyển mạch. Chức năng thiết lập hay giải phóng đường nối qua khối chuyển mạch thực chất là nạp vào hay xóa bỏ các số liệu địa chỉ liên quan trong các bộ nhớ điều khiển của khối chuyển mạch. Chức năng thiết lập hay giải phóng đường nối qua khối chuyển mạch thực chất là nạp vào hay xóa bỏ các số liệu địa chỉ liên quan trong các bộ nhớ điều khiển C-Mem. Hoạt động này là kết quả của các tác động tương tác giữa hệ thống điều khiển trung tâm CC của tổng đài và các khối điều khiển cục bộ chuyên dụng liên kết với các khối chuyển mạch.

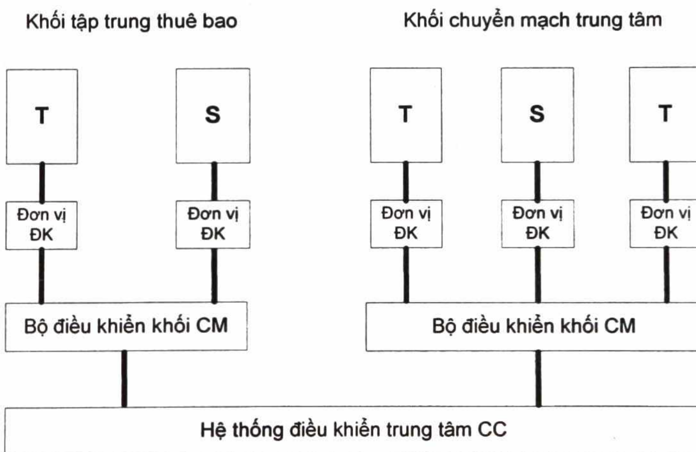
3.5.1. Sơ đồ khối và các chức năng

Thành phần điều khiển của khối chuyển mạch số theo chức năng có thể chia thành ba thành phần chính gồm hệ thống điều khiển trung tâm CC, bộ điều khiển khối chuyển mạch và điều khiển quá trình chuyển mạch như hình 3.9 minh họa.

Hệ thống điều khiển trung tâm CC đảm bảo nhiệm vụ điều khiển chung mức cao cho tất cả các hoạt động của hệ thống chuyển mạch bao gồm các chức năng xử lý cuộc gọi. Trên hình 4.9 trình bày một hệ

thống điều khiển mà như một thực thể tập trung đơn lẻ nhưng trong thực tế thì nó thường được thực hiện theo cấu trúc phân tán hơn là tập trung.

Trong một hệ thống chuyển mạch có thể chỉ có một hoặc có nhiều khối chuyển mạch, ví dụ như trong tổng đài Transit có một khối còn trong tổng đài nội hạt lại gồm một khối chuyển mạch trung tâm và một số khối chuyển mạch tập trung thuê bao. Mỗi khối chuyển mạch có bộ điều khiển khối chuyển mạch riêng của nó và mỗi chuyển mạch tầng S/T trong khối chuyển mạch đó lại có đơn vị điều khiển riêng cấu thành từ các bộ nhớ điều khiển liên kết với mạch logic điều khiển cục bộ. Dưới đây sẽ trình bày cách thức các hệ thống điều khiển thiết lập nối qua các khối chuyển mạch số.



Hình 3.9. *Điều khiển khối chuyển mạch số.*

Bộ điều khiển khối chuyển mạch có chức năng đảm bảo việc quản lý tất cả các khe thời gian qua khối chuyển mạch. Các công việc quản lý điển hình bao gồm:

- Thiết lập kênh nối
- Giải phóng kênh
- Chuẩn bị kết nối
- Theo dõi kênh nối
- Kiểm tra kênh nối
- Hỏi trạng thái kênh (bận, rỗi,..)

Các kênh nối qua khối chuyển mạch thông thường là kênh hai chiều. Tuy vậy, đôi khi các kênh một chiều cũng có thể được thiết lập để truyền các thông tin giám sát, điều khiển hoặc cảnh báo. Chẳng hạn như để xử lý việc thiết lập kênh và hỏi trạng thái kênh có liên quan tới cả hai điểm kênh nối một chiều và hai chiều. Thành phần điều khiển khối chuyển mạch chỉ liên quan tới các nhiệm vụ quản lý các khe thời gian qua khối chuyển mạch số mà không quản lý toàn bộ quá trình phục vụ cuộc nối. Điều này do hoạt động xử lý cuộc gọi rất phức tạp được thực hiện tại hệ thống điều khiển trung tâm, trong khi đó hoạt động quản lý kênh của các khối chuyển mạch cụ thể được trao cho bộ điều khiển khối chuyển mạch.

Sự khởi đầu cho mọi yêu cầu của cuộc gọi về việc thiết lập kênh nối qua khối chuyển mạch số thuộc về hoạt động xử lý cuộc gọi xảy ra trong hệ thống điều khiển trung tâm. Một ví dụ cụ thể của hoạt động này là nhiệm vụ quét và xác định thuê bao chủ gọi để đưa ra yêu cầu kênh nối xác định giữa thuê bao với bộ thu xung mã âm tần kép DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) qua khối tập trung thuê bao. Một ví dụ khác về hoạt động xử lý cuộc gọi là yêu cầu điều khiển khối chuyển mạch trung tâm để tạo kênh kết nối giữa đầu ra của bộ tập trung thuê bao với đường trung kế trong hướng liên lạc, hoạt động xử lý này dựa trên cơ sở biên dịch các chữ số do thuê bao chủ gọi phát (quay số) và các qui tắc định tuyến cuộc gọi của hệ thống chuyển mạch hiện hành. Trên cơ sở các kết quả của hoạt động xử lý cuộc gọi, hệ thống điều khiển trung tâm sẽ lệnh cho các bộ điều khiển khối

chuyển mạch liên quan để thiết lập, duy trì hay giải phóng kênh nối giữa các khe thời gian xác định của khối chuyển mạch số.

Mã bản tin	Mã toán tác	Khe thời gian gọi vào			Khe thời gian gọi ra			Mã sửa lỗi
		Mã tầng chuyển mạch IT#	Mã luồng PCM	Mã TS	Mã tầng chuyển mạch IT#	Mã luồng PCM	Mã TS	

a) Bản tin kiểu 1(Từ CC đến bộ điều khiển khối Chuyển mạch

Mã bản tin	Trường tin	Mã bản tin tham khảo	Mã sửa lỗi

b) Bản tin kiểu 2(Từ bộ điều khiển khối CM đến CC

Tầng chuyển mạch IT				Tầng chuyển mạch S		Tầng chuyển mạch OT			
Mã tầng chuyển mạch IT#	Nội dung C-Mem	B	P	Mã cột	Nội dung C-Mem	Mã tầng chuyển mạch OT#	Nội dung C-Mem	B	P

c) Bản tin kiểu 3(Từ bộ điều khiển khối Chuyển mạch đến bộ điều khiển khối CM

Hình 3.10. *Các format bản tin điều khiển khối chuyển mạch.*

Các lệnh điều khiển từ hệ thống điều khiển trung tâm tới bộ điều khiển khối chuyển mạch thông thường được truyền dưới dạng bản tin mức cao sao cho đạt được hiệu quả điều khiển cao và tối đa sử dụng các tính năng của các bộ xử lý trong hệ thống điều khiển trung tâm. Ví dụ về format bản tin của lệnh điều khiển được minh họa trên hình 3.10 (bản tin loại 1). Cũng giống như bất kỳ một tín hiệu dựa trên cơ sở format bản tin nào khác, format bản tin hình 3.10a sử dụng một số trường số liệu đặc biệt. Mặc dù format bản tin thực tế kiểu bản tin loại 1 sẽ rất khác nhau tùy thuộc vào thiết kế của các nhà cung cấp khác nhau, song các trường số liệu dưới đây sẽ luôn luôn cần có:

- *Mã toán tác*: Số liệu này chỉ thị yêu cầu kênh nối sẽ được thiết lập, chuẩn bị, giám sát hay giải phóng,... Để mã hóa toán tác quản lý

từ 1-6 đã nêu trên đây cho cả hai kiểu kênh đơn hướng hay song hướng các trường số liệu 4 bit được yêu cầu.

- *Nhóm trường số liệu khe thời gian đầu vào*: Nhóm trường số liệu này chỉ rõ địa chỉ kênh vào dưới dạng mã số tầng chuyển mạch S/T, mã số luồng PCM và mã số khe thời gian trong luồng tín hiệu số PCM. Mặc dù là một địa chỉ đơn lẻ nhưng nó nhận dạng cả hai khe thời gian thu và phát tại đầu vào của tầng chuyển mạch. Kích thước của hai trường số liệu đầu tiên phụ thuộc vào số lượng tầng chuyển mạch đầu vào và số lượng luồng PCM trong tầng chuyển mạch tương ứng. Trường số liệu mã số khe thời gian có dung lượng 5 bit đối với các luồng PCM32 và PCM24 kênh.

- *Nhóm trường số liệu khe thời gian ra*: Nhóm trường số liệu này chỉ rõ các địa chỉ khe thời gian ra trong khuôn dạng Format bản tin tương tự như Format bản tin của nhóm trường số liệu khe thời gian đầu vào đã mô tả trên đây.

- *Mã phát hiện và sửa lỗi*: Trường số liệu này của Format bản tin cho phép bộ điều khiển khối chuyển mạch phát hiện bất kỳ sự sai lỗi nào xảy ra trong bản tin mà nó gây ra trong quá trình truyền tin từ hệ thống điều khiển trung tâm đến bộ điều khiển khối chuyển mạch. Một kiểu mã như vậy có thể đơn giản là kiểm tra chẵn lẻ hay phức tạp hơn là mã CRC(Cyclic Redundance Code).

- *Mã bản tin*: Mỗi một bản tin cần được gán một nhãn với mã số đơn giản để đặc trưng cho việc xác định chuẩn chuỗi liên tiếp các bản tin đã phát và xử lý. Việc sử dụng mã bản tin như trên cho phép bộ điều khiển khối chuyển mạch có thể thông báo cho hệ thống điều khiển trung tâm biết có một bản tin cụ thể nào đó đã nhận được chứa sai lỗi và nhờ đó yêu cầu hệ thống điều khiển trung tâm phát lại bản tin. Khi thu bản tin loại 1, bộ điều khiển khối chuyển mạch thực thi các vi lệnh (instruction). Trong trường hợp yêu cầu thiết lập kênh bộ điều khiển khối chuyển mạch số sẽ thực hiện các thủ tục tìm đường và chọn một kênh nối qua trường chuyển mạch. Hệ thống điều khiển

trung tâm sau đó sẽ phải đưa ra thông báo về việc đường nối đã tìm được. Tương tự như vậy, các bản tin cần phải chỉ thị rằng kênh nối đã được giải phóng hay chuẩn bị sẵn sàng,... Các bản tin ngược lại từ hệ thống điều khiển trung tâm tới bộ điều khiển khối chuyển mạch cần phải chứa các trường số liệu như hình 3.10b, mà được mô tả như trong các phần sau.

- *Mã bản tin tham khảo*: Trường số liệu này chứa mã nhận dạng của bản tin từ hệ thống điều khiển trung tâm mà bản tin này sẽ có quan hệ sau đó với nó.

- *Trường tin*: Trường số liệu này chứa các thông tin sẽ được gửi tới hệ thống điều khiển trung tâm. Bản tin được gửi theo kiểu như là "Kênh đã được thiết lập", "Không có kênh sẵn sàng", "Đường dẫn đã được chuẩn bị" hoặc "Bản tin trước đã thu sai",...

- *Mã bản tin và mã sửa sai*: Các trường số liệu này có ý nghĩa tương tự như đã mô tả trong bản tin loại 1.

Trong trường hợp thiết lập kênh nối phục vụ cuộc gọi, bộ điều khiển khối chuyển mạch sẽ cần phải xác định được các địa chỉ cần thiết mà chúng sẽ được ghi vào trong từng bộ nhớ điều khiển C-Mem của các tầng chuyển mạch sao cho các tầng chuyển mạch S/T sẽ đảm bảo cung cấp được các kênh theo yêu cầu, sau đó bộ điều khiển khối chuyển mạch sẽ nạp các số liệu yêu cầu cụ thể vào các địa chỉ ô nhớ cụ thể của các bộ nhớ điều khiển C-Mem.

Đơn vị điều khiển của chuyển mạch thời gian tầng T cấu tạo từ bộ nhớ điều khiển C-Mem, mạch Logic đếm khe thời gian TS-Counter và bộ chọn địa chỉ Selector còn đơn vị điều khiển của chuyển mạch không gian tầng S cấu tạo từ bộ nhớ điều khiển C-Mem và một số mạch phụ cận khác như đã mô tả ở phần 3.2. trên đây. Trước khi xem xét vấn đề thông tin cần thiết được ghi vào các bộ nhớ điều khiển C-Mem như thế nào, chúng ta hãy khảo sát Format của bản tin cần gửi từ bộ điều khiển khối chuyển mạch tới mỗi một đơn vị điều khiển

chuyển mạch tầng S hay tầng T tương ứng. Các thông tin chính bao gồm:

- Địa chỉ của bộ nhớ C-Mem.
- Địa chỉ của ô nhớ C-Mem.
- Nội dung số liệu trong ô nhớ C-Mem.

Giả thiết rằng đối với khối chuyển mạch cấu trúc 3 tầng T-S-T thì 3 trường số liệu được yêu cầu trong bản tin cho mỗi đơn vị điều khiển chuyển mạch bao gồm trong quá trình thiết lập kênh nối. Tuy nhiên điều này cũng không nhất thiết phải thực hiện, ví dụ như với khối chuyển mạch biểu diễn trên hình 4.6, kênh nối được thực hiện giữa ICHW#0/TS4 với OCHW#0/TS6 sử dụng khe thời gian nội bộ là TS17 qua chuyển mạch tầng S. Điều cần lưu ý rằng các ô nhớ của tất cả 3 bộ nhớ điều khiển C-Mem đều có địa chỉ nhị phân là 0000010001(17). Đặc điểm ưu việt này có thể đảm bảo khả năng chỉ cần cung cấp một trường số liệu chung cho các ô nhớ của tất cả 3 bộ nhớ điều khiển C-Mem. Tuy nhiên, thậm chí có thể đạt được một cách kinh tế hơn bằng cách gửi các bản tin tới các bộ nhớ điều khiển C-Mem trong khoảng thời gian của khe thời gian TS17, nhờ vậy bản tin từ bộ nhớ điều khiển khối chuyển mạch không cần một địa chỉ nào cho các ô nhớ C-Mem và do đó tiết kiệm được 3 trường số liệu địa chỉ.

Một format bản tin có thể sử dụng cho bản tin loại III để trao đổi thông tin giữa điều khiển khối chuyển mạch và các đơn vị điều khiển chuyển mạch của các tầng S/T được minh họa trên hình 3.11. Cấu trúc bản tin gồm 3 nhóm trường số liệu để dùng cho việc điều khiển các tầng chuyển mạch thời gian phía đầu vào, chuyển mạch không gian S và các tầng chuyển mạch thời gian phía đầu ra tương ứng.

Nhóm trường số liệu chuyển mạch tầng T đầu vào – Trường số liệu đầu tiên trong nhóm này xác định mã số một chuyển mạch thời gian tầng T cụ thể. Trường số liệu thứ 2 chứa nội dung cần phải ghi

vào bộ nhớ điều khiển C-Mem tức là địa chỉ ô nhớ hay chỉ số khe thời gian đầu vào TS#. Có hai trường số liệu 1 bit cần bổ sung liên quan tới đơn vị điều khiển chuyển mạch thời gian đầu vào đó là bit "Bận/Rỗi" và bit "Chẵn" mà trên sơ đồ hình 3.11 biểu tượng bằng ký tự B và P tương ứng. Bit B bộ điều khiển khối chuyển mạch dùng để chỉ thị trạng thái Bận/Rỗi của các khe thời gian TS# ra của chuyển mạch thời gian tầng T phía đầu vào, còn bit P để dùng cho việc phát hiện sai lỗi khi thu bản tin. Các thông tin này sẽ được sử dụng để tìm một khe thời gian trung gian rỗi để định tuyến qua chuyển mạch tầng S tới một chuyển mạch thời gian tầng T phía đầu ra. Mặc dù sự thiết lập một cách tách biệt các bộ nhớ trong bộ điều khiển khối chuyển mạch để bố trí sắp xếp trạng thái của các khe thời gian ra, bit "Bận/Rỗi" có thể dễ dàng truy cập được vào nội dung của các bộ nhớ điều khiển khối chuyển mạch để bố trí sắp xếp trạng thái của các khe thời gian ra, bit "Bận/Rỗi" có thể dễ dàng truy cập được vào nội dung của các bộ nhớ điều khiển C-Mem của các tầng chuyển mạch thời gian đầu vào. Do vậy khi được nạp bởi bản tin loại III, mỗi ô nhớ của C-Mem trong một chuyển mạch tầng T đầu vào sẽ chứa các địa chỉ các ô nhớ của bộ nhớ T-Mem và bit B sẽ lập giá trị 0 hoặc địa chỉ Zero. Bit B sẽ lập giá trị 1 tương ứng với việc cuộc gọi có sử dụng khe thời gian ra của nó trong quá trình hay không?

IT#				S#			OT#			
IT#	TS#	B	P	Cột#	Nội dung C-Mem	P	OT#	TS#	B	P

a) Thiết lập kênh nối

IT#	0	B	P	1	0	P	OT#	0	B	P

b) Giải phóng kênh

Hình 3.11. *Ví dụ bản tin loại III.*

Nhóm trường số liệu chuyển mạch không gian tầng S – Trường số liệu đầu tiên trong nhóm này xác định (nhận dạng) cột nào của chuyển mạch tầng S và bộ nhớ điều khiển C-Mem tương ứng liên quan sẽ được đánh địa chỉ (nếu chuyển mạch không gian tầng S được điều khiển theo hàng thì trường số liệu đầu tiên sẽ chứa địa chỉ hàng). Đối với khối chuyển mạch số mà có sự tranh chấp một vài chuyển mạch tầng S thì phần đầu tiên của chỉ số mã cột sẽ cần phải được chỉ rõ tầng chuyển mạch nào được địa chỉ hóa. Bit P ở đây cũng được dùng với mục đích như đã trình bày trên đây.

Nhóm trường số liệu chuyển mạch thời gian T đầu ra – Format bản tin nhóm này chứa 4 trường số liệu tương tự như đối với đơn vị điều khiển chuyển mạch tầng T đầu vào đã thảo luận kỹ trên đây, ngoại trừ điều rằng bit B ở đây có liên quan tới trạng thái "Bận/Rỗi" của các khe thời gian ở đầu vào chứ không phải ở đầu ra như của chuyển mạch tầng T phía đầu vào của trường chuyển mạch số.

Một ví dụ minh họa cho việc sử dụng các bản tin loại III giữa bộ điều khiển khối chuyển mạch và 3 đơn vị điều khiển tầng chuyển mạch biểu diễn trên hình 3.11. Tiếp theo ta xét một ví dụ về việc xem xét yêu cầu cuộc nối qua mạng chuyển mạch cấu trúc T-S-T hình 3.6, với giả thiết kênh được thiết lập là ICHW#0/TS4 và OGHW/TS5 qua khe thời gian nội bộ là TS15 của điểm chuyển mạch hàng 0 cột 1 ma trận chuyển mạch S. Như đã trình bày trên đây, các thông tin thích hợp liên quan cần phải được cập nhật vào ô nhớ số 15 của các bộ nhớ điều khiển C-Mem tương ứng của các tầng chuyển mạch S-T. Như vậy Format bản tin biểu diễn trên hình 3.10 sẽ được gửi tới 3 đơn vị điều khiển chuyển mạch trong thời gian xảy ra tiếp theo của khe thời gian TS15 để thiết lập kênh nối yêu cầu qua khối chuyển mạch. Các phần tử còn lại của bản tin sẽ được tách bởi các đơn vị điều khiển của 3 tầng chuyển mạch như đã được chỉ rõ trên hình 3.11a.

Đến IT#
BUS địa chỉ IT#
BUS nội dung C-Mem
Đơn vị ĐK
Đk IT#2
B
Đến S#
Đến OT#
BUS địa chỉ S#
BUS nội dung C-Mem
C-Mem
add
R – W
TS Count
Selection
W add
BUS địa chỉ OT#
BUS nội dung C-Mem
Set
Đơn vị ĐK
Đk IT#1
B
Thanh ghi trạng thái
Thanh ghi BUS
Logic chọn đường
Bộ Đk khối C/m
Bản tin loại 1 và 2
Hệ thống điều khiển trung tâm CC

Hình 3.12. *Điều khiển khối chuyển mạch số.*

Bản tin cần để giải phóng kênh nối qua khối chuyển mạch được chỉ rõ trên hình 3.11b. Bản tin này được gửi đi trong thời gian diễn ra tiếp theo của khe thời gian TS15 sao cho các ô nhớ có địa chỉ nhị phân 0000001111(15) của các bộ nhớ điều khiển C-Mem của chuyển mạch thời gian phía đầu vào tầng IT0, cột 1 của chuyển mạch không gian tầng S và tần chuyển mạch thời gian đầu ra OT#1 sẽ được nạp với các địa chỉ Zero. Bit B của các ô nhớ số 15 của cả 3 bộ nhớ điều khiển C-

Mem đều được lập giá trị 1 để chỉ rõ rằng khe thời gian nội bộ TS15 đã bị chiếm dùng không thể sử dụng cho các cuộc nối khác.

Hình 3.12. minh họa sử dụng các Bus và các dây điều khiển để kết nối các thành phần điều khiển chuyển mạch khác nhau với bộ điều khiển khối chuyển mạch. Để cho sơ đồ được đơn giản, rõ ràng và dễ hiểu, trên hình 3.12 chỉ biểu diễn đơn vị điều khiển chuyển mạch cho chuyển mạch đầu vào IT#0. Việc liên lạc giữa các thành phần được đảm bảo bởi 3 đôi Bus – một đôi cho việc liên kết tất cả các chuyển mạch thời gian đầu vào IT#, một đôi cho các tầng chuyển mạch không gian S và một đôi dùng cho các chuyển mạch thời gian đầu ra OT#. Ngoài ra các dây điều khiển đơn sẽ kết nối các trường số liệu bit B từ tất cả các bộ nhớ điều khiển C-Mem của tất cả các IT# và OT# với thanh ghi trạng thái trong bộ điều khiển khối chuyển mạch số.

Bus địa chỉ của IT# được đấu nối tới tất cả các đơn vị điều khiển chuyển mạch của chuyển mạch thời gian đầu vào IT. Mỗi đơn vị điều khiển liên tục tìm kiếm các nội dung của Bus về địa chỉ của một trong số các chuyển mạch tầng T của nó. Khi một địa chỉ thích hợp đã tìm được thì địa chỉ đó sẽ được sử dụng cho việc định tuyến số liệu từ Bus nội dung bộ nhớ điều khiển C-Mem tới ô nhớ của một bộ nhớ điều khiển. Các ứng dụng tương tự được sắp đặt như vậy đối với các Bus đấu nối chuyển mạch không gian tầng S với chuyển mạch thời gian đầu ra OT.

Có 3 đôi Bus kết cuối ở thanh ghi Bus trong bộ điều khiển khối chuyển mạch. Điều này cho phép các trường số liệu khác nhau của các bản tin loại III được đệm trong thanh ghi Bus sẽ được đưa ra ngoài tới các Bus liên quan. Các bản tin cần thiết được tạo ra bởi bộ điều khiển khối chuyển mạch số dựa trên cơ sở các lệnh điều khiển từ hệ thống điều khiển trung tâm và đối với một đường mới thiết lập sử dụng kết quả xử lý của mạch Logic chọn đường.

3.5.2. Thuật toán chọn đường rỗi

Thủ tục chọn kênh rỗi cho khối chuyển mạch số cấu trúc T-S-T bao gồm việc tìm khe thời gian trung gian rỗi qua chuyển mạch không gian tầng S. Điều này có nghĩa rằng khe thời gian đó phải được lựa chọn sao cho nó là rỗi cả ở phía đầu ra của tầng chuyển mạch thời gian đầu vào IT# và cả ở phía đầu vào của tầng chuyển mạch thời gian đầu ra OT#. Trạng thái Bận/Rỗi của mỗi trong số hai tập khe thời gian được biểu thị bằng bit B trong các ô nhớ tương ứng của các bộ nhớ điều khiển C-Mem. Phương pháp chọn kênh rỗi sử dụng một cách đơn giản là xử lý tìm kiếm sự trùng khớp các khe thời gian rỗi nhờ việc kiểm tra các cặp bit Bận/Rỗi từ hai tập các chuyển mạch thời gian tầng T.

Cơ chế chọn đường nối được thực hiện trong phạm vi bộ điều khiển khối chuyển mạch mà nó thường được xây dựng trên cơ sở kỹ thuật vi xử lý và nó thực hiện việc tìm kiếm bằng cách tiến hành một số quá trình xử lý logic số. Phương pháp phổ biến nhất là sử dụng một mặt nạ như trình bày dưới đây:

Trạng thái Bận/Rỗi của mỗi ô nhớ của bộ nhớ điều khiển C-Mem của chuyển mạch tầng T sẽ được nhớ đệm trong khoảng mỗi khe thời gian trong thanh ghi trạng thái của bộ điều khiển khối chuyển mạch. Thanh ghi này chứa hai trường số liệu – Một trường để giữ đệm trạng thái cho các OT#. Trong khoảng thời gian của mỗi khe thời gian TS tất cả các bit bận tương ứng đều được trình diện trong thanh ghi trạng thái, ví dụ như trong thời gian TS19 tất cả các bit bận từ ô nhớ số 19 của tất cả các bộ nhớ C-Mem đều được trình diện. Việc lựa chọn đường tuy nhiên có liên quan với việc trùng hợp các khe thời gian rỗi chỉ xảy ra trong tầng chuyển mạch IT# và OT# mà chúng được chỉ rõ bởi hệ thống điều khiển trung tâm. Như vậy bộ điều khiển khối chuyển mạch số tạo một từ Logic nhị phân có độ dài bằng độ dài của thanh ghi trạng thái. Nó chứa các giá trị Zero trong tất cả các vị trí bit, trừ hai vị trí tương ứng với các bộ nhớ C-Mem của IT# và OT# yêu cầu. Từ logic này gọi là Mặt nạ và nó được lưu đệm trong thanh ghi chọn. Trong thời khoảng của mỗi khe thời gian các nội dung của thanh

ghi trạng thái được thực hiện toán tử logic AND trên cơ sở từng bit một tương ứng với các nội dung của thanh ghi chọn. Khi một khe thời gian rỗi (trạng thái 1) xuất hiện trong hai bộ nhớ C-Mem theo kiểm tra, kết quả của phép toán tử AND sẽ được đặt giá trị 1 trong cả hai nửa của thanh ghi kết quả. Ví dụ minh họa ở hình 3.13.

Như vậy sự có sẵn các kênh thời gian nội bộ rỗi khả dụng qua chuyển mạch tầng S được xác định bởi việc kiểm tra kết quả khác 0 trong cả hai trường số liệu của thanh ghi kết quả trong thời gian của mỗi khe thời gian hiện tại.

Khe thời gian nội bộ được chọn sau đó sẽ được sử dụng để tạo các bản tin loại III cần thiết để thiết lập kênh nối qua khối chuyển mạch. Bộ điều khiển khối chuyển mạch có thể yêu cầu chuẩn bị trước kênh nối. Trong trường hợp này bản tin loại III sẽ được tạo ra mà nó chứa các giá trị 0 trong hai trường số liệu B và đơn thuần nội dung Zero trong ba trường số liệu bộ nhớ C-Mem.

1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	Thanh ghi Trạng thái
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Mặt nạ chọn kênh
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Thanh ghi kết quả

Hình 3.13. *Ví dụ về chọn kênh rỗi.*

Cách thức hoạt động mà bộ điều khiển khối chuyển mạch sử dụng mặt nạ để tìm kiếm một kênh rỗi có ảnh hưởng tới mức phục vụ của hệ thống. Có một vài thuật toán tìm kiếm kênh rỗi được sử dụng

trong các hệ thống chuyển mạch số hiện đại và mỗi thuật toán sẽ cho các đặc trưng lưu lượng cũng như độ phức tạp điều khiển khác nhau. Sau đây giới thiệu ba thuật toán ứng dụng cho cấu trúc khối chuyển mạch T-S-T:

Thuật toán 1: Bắt đầu tìm liên tiếp ngẫu nhiên. Với thuật toán này việc tìm kiếm một khe thời gian nội bộ rỗi qua tầng S bắt đầu một cách ngẫu nhiên và truy tìm liên tiếp qua các khe thời gian. Điều này có hiệu ứng trải các khe thời gian chiếm dùng thành dải, ví dụ từ TS0 tới TS512 trong một khung tín hiệu 1024 khe thời gian. Mức phục vụ GOS(Grade Of Service) kết quả làm tròn khoảng $2{,}5.10^{-4}$ đối với lưu lượng 0,825 Erl/mạch.

Thuật toán 2: Bắt đầu tìm liên tiếp cố định. Theo phương pháp này việc tìm kênh luôn luôn được bắt đầu từ một khe thời gian nội bộ định trước và sau đó truy tìm một cách liên tiếp qua toàn dải. Thuật toán 2 có hiệu ứng "đóng gói" các khe thời gian được chiếm dùng bởi vì số lượng cuộc gọi lớn hơn sẽ được thiết lập qua các khe thời gian có chỉ số thấp hơn so với các khe thời gian có chỉ số cao hơn. Kết quả này sẽ làm tăng GOS so với phương pháp bắt đầu ngẫu nhiên. Ví dụ GOS có giá trị $1{,}46.10^{-4}$ đối với lưu lượng 0,825 Erl/mạch.

Thuật toán 3. Thử lặp. Khi tìm kiếm kênh rỗi qua trường chuyển mạch tầng T, sự thử lặp lại việc tìm kiếm được khởi đầu sau môt thời gian nào đó có thể sẽ cho phép tìm được một khe thời gian rỗi. Độ trễ giữa những lần tìm kiếm sẽ ảnh hưởng tới GOS, cụ thể thời gian chờ càng lâu thì xác suất số cuộc gọi giải phóng sẽ càng lớn. Chẳng hạn như có 50% cơ hội tìm kiếm kênh sau 1 giây chờ thử lặp lại có thể sẽ tạo thêm độ trễ nhận thấy được đối với thời gian thiết lập cuộc gọi mà nó bình thường chỉ cần 0,5 đến 1,0 giây qua hệ thống chuyển mạch số.

3.5.3. Độ tin cậy và an toàn khối chuyển mạch

Các khối chuyển mạch số hiện đại có dung lượng khổng lồ, do đó bản thân chúng cùng các thiết bị điều khiển liên quan cần phải được đảm bảo độ an toàn tin cậy cao bởi vì một hỏng hóc nhỏ có thể

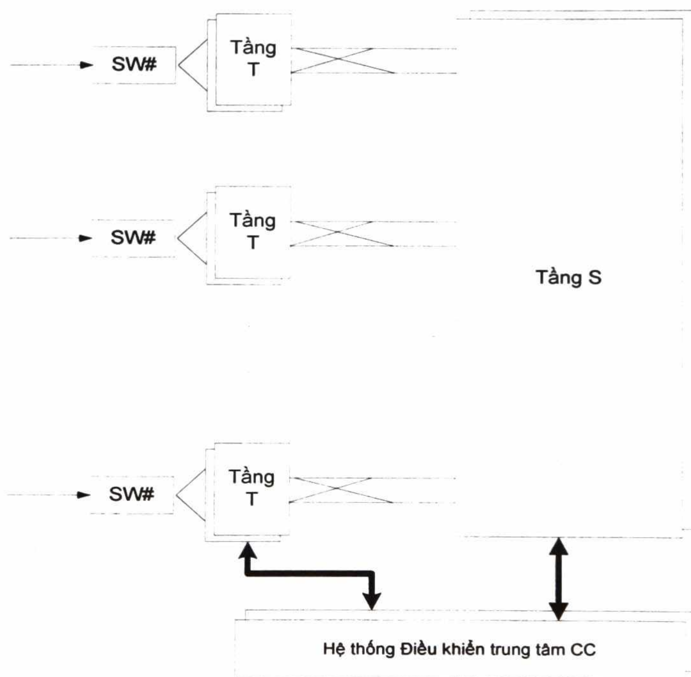
gây ra hậu quả nghiêm trọng cho toàn bộ hệ thống. Các hệ thống chuyển mạch đầu cuối công cộng hiện đại yêu cầu thời gian hỏng bình quân trong chu kỳ 20-40 năm phụ thuộc vào các tính năng quản lý. Vì rằng chỉ có một trong số các cấu kiện của hệ thống, khối chuyển mạch tự nó cần phải đảm bảo chỉ một phần nhỏ trong tỷ suất hỏng hóc toàn bộ hệ thống. Hơn nữa, hầu hết các doanh nghiệp điện thoại qui định xác suất thấp một hỏng hóc bất kỳ nào ảnh hưởng mạnh hơn một phần nhỏ mạch điện. Điều này yêu cầu phải xem xét cân nhắc thận trọng vấn đề đảm bảo độ tin cậy cao của các khối chuyển mạch số bởi vì dung lượng kênh của chúng khổng lồ và khối lượng cấu kiện phần cứng lớn. Ví dụ như nếu hỏng hóc phần cứng ở một Bus luồng PCM nội bộ giữa tầng T và tầng S có thể sẽ làm tổn thất 1024 kênh truyền dẫn.

Bảo vệ an toàn một cách có hiệu quả và đơn giản nhất cho trường chuyển mạch số có thể thực hiện bằng hai giải pháp: thiết kế chế tạo theo Module và trang bị dự phòng kép như sơ đồ minh họa trên hình 3.14.

Theo phương án dự phòng kép nghĩa là khối chuyển mạch được thiết kế chế tạo từ hai nửa khối hoàn toàn như nhau và mỗi nửa khối gọi là một "mặt" (plane hoặc side). Mỗi cuộc nối sẽ được thiết lập đồng thời với hai kênh dẫn song song đồng nhất qua các mặt A và B của khối chuyển mạch, trong đó một mặt làm việc thực sự(mặt tích cực) để kết nối kênh vào/ ra phục vụ cuộc gọi, còn mặt kia là để dự phòng sao cho nếu mặt tích cực có vấn đề thì nó sẽ tự động thay thế.

Để giải quyết vấn đề như nêu trên, bổ sung vào khối chuyển mạch an toàn cần phải có cơ chế giám sát, phát hiện sai lỗi và hỏng hóc sao cho có thể cô lập được bộ phận thiết bị khi xảy ra sai lỗi. Đối với phương pháp trang bị kép đôi có thể sử dụng giải pháp kiểm tra tính chẵn lẻ đơn giản cả hai kênh song song tích cực/dự phòng để chỉ ra mặt bị sai lỗi, cụ thể là bit chẵn được bổ sung vào tổ hợp mã tín hiệu PCM 8bit trong hướng phát tại mỗi luồng kết cuối đầu vào của khối chuyển mạch. Luồng tín hiệu 9 bit sau đó được nhân đôi và đưa

tới chuyển mạch tầng T đầu vào tương ứng của cả hai mặt của khối chuyển mạch. Phía đầu thu mỗi tổ hợp mã PCM 9bit từ cả hai mặt sẽ được kiểm tra tính chẵn lẻ để phát hiện có sai lỗi hay không. Nếu phát hiện thấy lỗi ở mặt nào thì lập tức mặt đó sẽ bị cô lập khỏi khối chuyển mạch một cách tự động hoàn toàn.



Hình 3.14. *Trang bị dự phòng kép khối chuyển mạch số.*

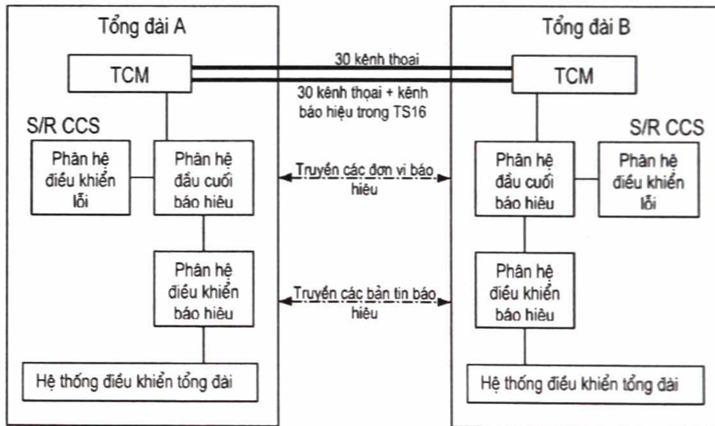
Ngoài phương pháp trang bị dự phòng kép được sử dụng rất phổ biến nêu trên có thể sử dụng phương pháp dự phòng phức tạp hơn ví dụ như dự phòng theo Module n+1 hay dự phòng "n trong m",...

CHƯƠNG IV

HỆ THỐNG BÁO HIỆU SỐ 7

4.1. Khái niệm chung

Báo hiệu số 7 được quốc tế công nhận là hệ thống báo hiệu kênh chung (CCS) giữa các tổng đài để sử dụng trong mạng quốc gia và quốc tế. Thông tin báo hiệu được truyền đi trên một khe thời gian được phân phát trên 1 trong các tuyến PCM mang các kênh thoại.



Hình 4.1. *Sơ đồ tiêu biểu hệ thống báo hiệu số 7.*

Ví dụ như hai tổng đài trao đổi với nhau bằng 2 luồng 2 Mbps, như vậy, khả năng dung lượng kênh thông tin giữa 2 tổng đài này là 60 kênh, trong đó, 1 luồng 2 Mbps mang báo hiệu số 7 trong TS16 của

nó. Thông tin báo hiệu được tách, ghép qua trường chuyển mạch của tổng đài hoặc ở DLTU (Digital Line Terminal Unit).

Thông tin báo hiệu được gởi từ tổng đài này sang tổng đài khác được xác định bởi hệ thống điều khiển qua S/R CCS cho báo hiệu số 7. S/R CCS bao gồm 3 phân hệ trên cơ sở của các bộ xử lý. Thông tin từ hệ thống điều hiển tổng đài nhận từ phân hệ điều khiển báo hiệu dưới dạng thức thích hợp. Các bản tin được xếp hàng ở đây, cho đến khi có thể được truyền đi. Khi không có các bản tin để truyền đi thì phân hệ điều khiển báo hiệu phát các bản tin chọn lọc để giữ tuyến luôn ở trạng thái tích cực.

Các bản tin được gởi qua phân hệ đầu cuối báo hiệu, ở đó sử dụng các bit kiểm tra được phát đi từ phân hệ điều khiển lỗi để tạo thành các đơn vị báo hiệu số 7 hoàn chỉnh. Tại tổng đài thu, quá trình ngược lại được thực hiện.

4.2. Cấu trúc hệ thống mạng báo hiệu số 7

4.2.1. Các thành phần chính của mạng báo hiệu số 7

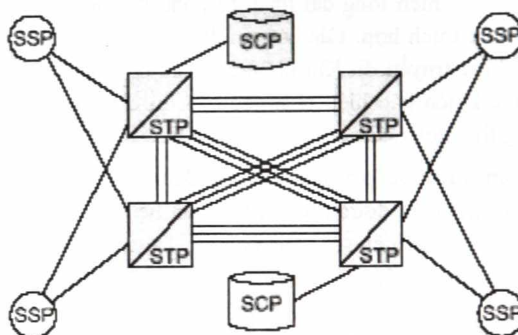
a. Điểm báo hiệu (Signalling Points)

Mạng báo hiệu số 7 hoạt động song song với mạng truyền tải. Kiến trúc mạng báo hiệu số 7 định nghĩa ba tập các node gọi là các điểm báo hiệu (SPs), được kết nối với nhau bởi các tuyến báo hiệu. Mỗi một điểm báo hiệu SP được phân biệt với nhau bởi một mã điểm báo hiệu nhị phân duy nhất. Tuỳ theo vị trí của nó có thể là mã điểm gốc OPC (Originating Point Code) hay mã điểm đích DPC (Destination Point Code).

- Điểm chuyển mạch dịch vụ (Service Switching Point – SSP)

SSP được kết hợp với các node chuyển mạch của mạng truyền tải và là giao diện giữa mạng báo hiệu số 7 và mạng truyền tải. Trong mạng truyền tải được điều khiển bởi báo hiệu số 7, tất cả các tổng đài, kể cả tổng đài trung tâm và quá giang, đều được kết nối tới mạng báo

hiệu số 7 thông qua các SSP. Một SSP chỉ kết nối trực tiếp với các nốt gần kề và việc liên lạc với các điểm báo hiệu xa phụ thuộc hoàn toàn vào khả năng đánh địa chỉ và định tuyến của mạng. Về mặt vật lý, SSP là một máy tính tạo ra các bản tin để gửi đến các thành phần khác của mạng báo hiệu số 7 và nhận các bản tin trả lời.



Hình 4.2. *Các thành phần của mạng báo hiệu số 7.*

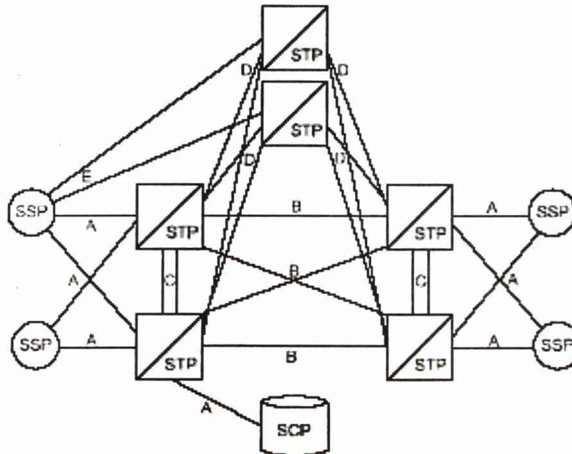
- Điểm chuyển tiếp báo hiệu (Signal Transfer Point)

STP là các node chuyển mạch có thêm chức năng biên dịch nhãn định tuyến và định tuyến lưu lượng mạng SS7 giữa các SP không kề nhau. STP cũng định tuyến các bản tin SS7 đến các điểm điều khiển dịch vụ (Service Control Point – SCP) mà tại đó lưu giữ cơ sở dữ liệu. Toàn bộ quá trình thông tin trong mạng SS7 đều được thực hiện qua STP ngay cả đối với các node kề nhau. Cuối cùng, STP cung cấp các dịch vụ gateway, phân phối và nhận các cuộc gọi SS7 từ các mạng khác, bao gồm cả các nhà cung cấp dịch vụ quốc tế và vô tuyến mà có thể triển khai SS7 một cách khác nhau. Trong thực tế, STP thường được triển khai theo từng cặp để nâng cao hiệu năng hệ thống và độ tin cậy của mạng.

- Điểm điều khiển dịch vụ (Service Control Point)

SCP cho phép truy nhập vào cơ sở dữ liệu thông tin cần thiết cho quá trình hoạt động của mạng, thường là biên dịch số và chỉ dẫn ứng dụng, nhưng cũng bao gồm ngày càng nhiều các dữ liệu cần thiết cho các dịch vụ vô tuyến và thông minh. Các STP có thể truy nhập những dữ liệu này thông qua các tuyến không phải là của SS7, ví dụ như X.25, và trả lại thông tin cho định tuyến cuộc gọi giữa các SSP, kết hợp số quay với đích đến thực tế, cung cấp hướng dẫn để chuyển tiếp cuộc gọi.v.v.. SCP cũng cho phép kết nối tới các thành phần mạng thông minh như Hệ thống quản lý dịch vụ và Ngoại vi thông minh. SCP thường được dự phòng kép để nâng cao hiệu năng hệ thống và độ tin cậy của mạng.

b. Các kiểu tuyến báo hiệu



Hình 4.3. *Các tuyến báo hiệu trong mạng báo hiệu số 7.*

Các tuyến báo hiệu trong mạng báo hiệu số 7 được phân chia phụ thuộc vào ứng dụng của chúng trong mạng báo hiệu. Thực tế chúng không có gì khác nhau về mặt vật lý, đều là các tuyến dữ liệu song

hướng 56kbps hoặc 64kbps. Các tuyến báo hiệu này được phân loại như sau:

- Tuyến A (Access): kết nối giữa một STP và một SSP hay một SCP. Tuyến A được sử dụng cho mục đích duy nhất là phân phát báo hiệu xuất phát từ hay đến các điểm cuối báo hiệu (SSP hay SCP).

- Tuyến C (Cross): kết nối các STP với nhau. Chúng được sử dụng để tăng độ tin cậy của mạng báo hiệu trong trường hợp một hay vài tuyến báo hiệu gặp sự cố.

- Tuyến E (Extend): trong khi một SSP được kết nối với STP "nhà" của nó bằng một số các tuyến A thì có thể tăng độ tin cậy bằng cách triển khai thêm một số các tuyến nối tới một cặp STP thứ hai. Những tuyến này được gọi là tuyến E, thực chất là các tuyến kết nối dự phòng trong trường hợp không thể kết nối được với SSP "nhà" qua các tuyến A. Tuyến E có thể được triển khai hay không hoàn toàn phụ thuộc vào nhà cung cấp mạng.

- Tuyến F (Fully associated): đây là các tuyến mà kết nối trực tiếp hai điểm báo hiệu với nhau. Các tuyến F chỉ được cho phép thực hiện trong kiến trúc mạng báo hiệu kiểu kết hợp và việc có triển khai các tuyến F hay không là phụ thuộc vào nhà cung cấp mạng.

Ngoài các tuyến báo hiệu trên còn có một số tuyến báo hiệu khác như: tuyến B (Bridge), tuyến D (Diagonal). Dù tên có khác nhau nhưng chức năng chung của chúng đều là truyền tải các bản tin báo hiệu từ điểm khởi đầu vào mạng đến đúng địa chỉ đích.

4.2.2 Các kiểu kiến trúc báo hiệu

Trong thuật ngữ của CCS No.7, khi hai nút báo hiệu có khả năng trao đổi các bản tin báo hiệu với nhau thông qua mạng báo hiệu ta nói giữa chúng tồn tại một liên kết báo hiệu. Các mạng báo hiệu có thể sử dụng 3 kiểu báo hiệu khác nhau, trong đó ta hiểu "kiểu" là mối quan hệ giữa đường đi của bản tin báo hiệu và đường tiếng có liên quan.

Kiểu kết hợp: Trong kiểu kết hợp các bản tin báo hiệu và các đường tiếng giữa hai điểm được truyền trên một tập hợp đường đấu nối trực tiếp giữa hai điểm này với nhau.

Kiểu không kết hợp: Trong kiểu này các bản tin báo hiệu có liên quan đến các đường tiếng giữa hai điểm báo hiệu được truyền trên một hoặc nhiều tập hợp đường quá giang, qua một hoặc nhiều điểm chuyển tiếp báo hiệu.

Kiểu tựa kết hợp: Kiểu báo hiệu này là trường hợp đặc biệt của kiểu báo hiệu không kết hợp, trong đó các đường đi của bản tin báo hiệu được xác định trước và cố định, trừ trường hợp định tuyến lại vì có lỗi.

4.2.3. Các bản tin báo hiệu trong mạng báo hiệu số 7

Trong mạng báo hiệu số 7, các node thông tin với nhau bằng các bản tin dưới dạng gói gọi là các đơn vị báo hiệu (Signal unit – SU). Có ba kiểu bản tin báo hiệu được phân biệt với nhau bởi trường chỉ thị độ dài (LI – Length Indicator), đó là:

Đơn vị tín hiệu bản tin MSU: đây là bản tin quan trọng và phức tạp nhất trong ba loại bản tin. Không giống như FISU và LSSU chỉ có thể được đánh địa chỉ tới node lân cận và do đó chỉ hỗ trợ những lớp thấp nhất trong chồng giao thức SS7, MSU chứa nhãn định tuyến và trường thông tin báo hiệu. Do đó chúng cung cấp phương tiện để mang thông tin điều khiển kênh và bản tin thực hiện sử dụng bởi các lớp cao hơn của chồng giao thức SS7. Các trường thông tin của MSU cũng có thể mang thông tin bảo dưỡng và quản lý mạng.

Đơn vị tín hiệu trạng thái đường LSSU: LSSU được sử dụng để cung cấp các chỉ thị về trạng thái đường tới đầu kia của đường số liệu. Các thông tin về trạng thái đường có thể là: bình thường, không hoạt động, mất tín hiệu đồng chỉnh, trạng thái khẩn.., trong đó có thủ tục đồng chỉnh ban đầu, được sử dụng khi khởi tạo lần đầu các đường báo hiệu và khôi phục lại sau sự cố.

Đơn vị tín hiệu thay thế FISU: FISU được truyền khi trên đường truyền số liệu không truyền các bản tin MSU và LSSU, mục đích là để nhận các thông báo tức thời về sự cố của đường báo hiệu.

Các trường trong đơn vị báo hiệu:

- **F** (Cờ): Mẫu riêng biệt 8 bit này được sử dụng để bắt đầu và kết thúc một đơn vị báo hiệu và được gọi là cờ. Nó không xuất hiện ở bất cứ nơi nào khác trong đơn vị báo hiệu. Người ta phải đưa ra các phương pháp đo lường, kiểm tra để tránh cờ giả xuất hiện trong đơn vị báo hiệu. Cờ được đặc trưng bằng từ mã 01111110.

Bản tin FISU

Flag	BSN	BIB	FSN	FIB	LI	\	FCS

Bản tin LSSU

Flag	BSN	BIB	FSN	FIB	LI	\	Status field	FCS

Bản tin MSU

Flag	BSN	BIB	FSN	FIB	LI	\	SIO	SIF	FCS

BIB: Backward Indicator bit
BSN: Backward Sequence Numbe
FCS: Frame check sequence
FIB: Forward Indicator Bit
FISU: Fill-in SU
FSN: Forward Sequence Number
LI: Length Indicator
LSSU: Link Status SU
MSU: Message SU
SIO: Service Indicator octet
SU: Signal Unit

Hình 4.4. *Khuôn dạng các bản tin SS7.*

- **CK** (mã kiểm tra dư vòng): CK là một con số tổng (ChechSum) được truyền trong từng đơn vị báo hiệu. Nếu tại điểm báo hiệu thu nhận được Checksum không phù hợp thì đơn vị báo hiệu đó được coi là có lỗi và phải loại bỏ.

- **SIF** (trường thông tin báo hiệu): Trường này chỉ tồn tại trong bản tin MSU. Nó gồm các thông tin về định tuyến và thông tin thực về báo hiệu của bản tin.

Cấu trúc của SIF gồm có 2 phần: nhãn định tuyến (mức 3) và thông tin người sử dụng (mức 4).

Nhãn định tuyến: điểm đích của một đơn vị tín hiệu được xác định trong một nhãn định tuyến. Nhãn định tuyến trong một đơn vị tín hiệu bản tin bao gồm các trường mã điểm đích (DPC), mã điểm gốc (OPC) và lựa chọn tuyến báo hiệu (SLS).

Một mã được gán cho mỗi điểm báo hiệu trong mạng báo hiệu phụ thuộc vào một kế hoạch đánh số. Phần truyền bản tin sử dụng mã để định tuyến bản tin. DPC xác định điểm báo hiệu mà bản tin được truyền đến đó. OPC xác định điểm báo hiệu mà từ đó bản tin được truyền.

Nội dung của trường SLS xác định tuyến báo hiệu mà theo đó bản tin được truyền. Bằng cách này, trường SLS được sử dụng để chia tải trong các tuyến báo hiệu giữa hai điểm báo hiệu.

Thông tin người sử dụng: thông tin người sử dụng chứa dữ liệu được tạo ra bởi phần người sử dụng ở điểm gốc và dữ liệu được ước lượng của phần người sử dụng ở điểm đích.

- **SIO** (Octet thông tin dịch vụ): Trường này chỉ tồn tại trong bản tin LSSU. Octet này gồm chỉ thị dịch vụ và phần chỉ thị mạng.

Chỉ thị dịch vụ được sử dụng để phối hợp bản tin báo hiệu với một Người dùng riêng biệt của MTP tại một điểm báo hiệu, có nghĩa là các chức năng lớp 3 phân phối bản tin tới các phần người sử dụng tương ứng, với sự trợ giúp của chỉ thị dịch vụ.

Trường chỉ thị mạng gồm chỉ thị về mạng được sử dụng để phân biệt giữa các cuộc gọi trong mạng quốc gia và quốc tế hoặc giữa các sơ đồ định tuyến khác nhau trong một mạng. Chỉ thị mạng cũng xác định mạng tương ứng trong đó có nơi gửi và nhận bản tin.

- NAT0 = mạng chủ.
- NAT1 = mạng báo hiệu chung với các nhà cung cấp mạng trong nước khác.

- INAT0 = mạng báo hiệu chung với các nhà cung cấp mạng quốc tế khác.
- INAT1 = không sử dụng.

- **ERROR CORRECTION** được dùng để kiểm tra lỗi tuần tự và yêu cầu truyền lại, nó gồm:

+ **BSN** (Số thứ tự hướng về): Trường BSN được sử dụng để công nhận các đơn vị báo hiệu mà đầu cuối của đường báo hiệu phía đối phương nhận được. BSN là số thứ tự đơn vị báo hiệu được công nhận (7 bits).

+ **BIB** (Bít chỉ thị hướng về): BIB được sử dụng để khôi phục lại bản tin khi có lỗi (1 bit).

+ **FSN** (Số thứ tự hướng đi): FSN là con số thứ tự hướng đi của đơn vị báo hiệu mang nó (7 bits).

+ **FIB** (Bít chỉ thị hướng đi): FIB được sử dụng để khôi phục lại các bản tin khi có lỗi (1 bit).

+ **LI** (Chỉ thị độ dài): Trường LI chỉ ra số lượng Octet có trong một đơn vị báo hiệu tính từ sau trường LI đến trước trường CK.

Trong đó:

LI = 0: Đơn vị báo hiệu thay thế (FISU).

LI = 1 hoặc 2: Đơn vị báo hiệu trạng thái đường (LSSU).

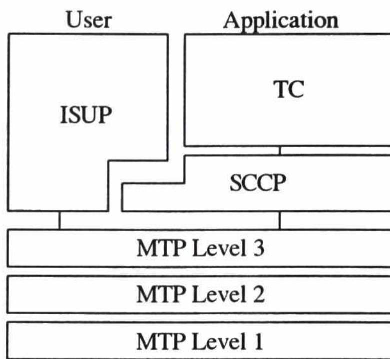
LI thuộc (2;63): Đơn vị báo hiệu bản tin (MSU).

4.3. Chồng giao thức báo hiệu số 7

Chồng giao thức báo hiệu số 7 có 4 mức : 3 mức của phần truyền bản tin MTP – cung cấp một hệ thống truyền dẫn tin cậy cho tất cả người sử dụng ; và mức thứ tư bao gồm các người sử dụng của MTP (MTP User). Có hai người sử dụng MTP: thứ nhất, là phần người sử dụng ISDN (ISDN User Part) cung cấp báo hiệu điều khiển cuộc gọi chuyển mạch kênh cơ bản và hỗ trợ các dịch vụ phụ của ISDN. Người dùng MTP thứ hai là Phần điều khiển kết nối báo hiệu SCCP, cung

cấp các dịch vụ định tuyến và đánh địa chỉ mạng không phải là chuyển mạch kênh, thông qua giao thức Các khả năng biên dịch TC tới người sử dụng của SS7 – tức là các ứng dụng. Các ứng dụng của SS7 yêu cầu phải truy nhập đến cơ sở dữ liệu xa và các node, do đó yêu cầu khả năng đánh địa chỉ mạng.

Kiến trúc chồng giao thức báo hiệu này được chỉ ra ở hình sau :

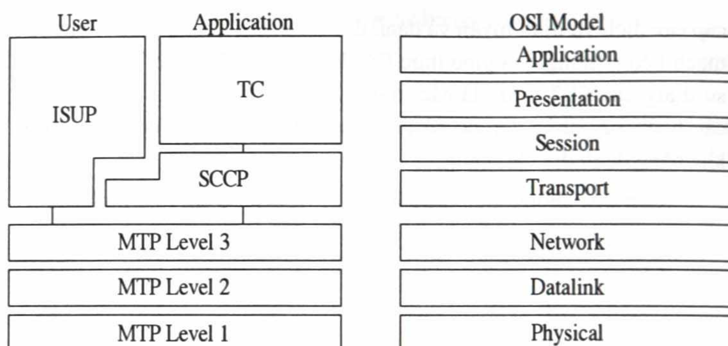


Hình 4.5. *Kiến trúc chồng giao thức báo hiệu số 7*

Mặc dù ITU – T định nghĩa chồng giao thức SS7 trước khi ISO/OSI mô tả mô hình bảy lớp, nhưng nó cũng có thể được so sánh đại thể với mô hình OSI bảy lớp như được chỉ ra ở hình sau :

- Sự kết hợp của MTP và các khả năng đánh địa chỉ của SCCP tạo nên Phần dịch vụ mạng SS7 (SS7 Network Service Part) – cung cấp các dịch vụ định tuyến và đánh địa chỉ lớp 3 của mô hình OSI cho các ứng dụng.

- Các lớp từ 4 đến 6 của mô hình OSI ứng với Phần dịch vụ người sử dụng của SS7 (Application Service Part) nhưng hiện thời chưa được định nghĩa. Độ tin cậy mà những giao thức hướng kết nối trong mô hình OSI này cung cấp được thực hiện bằng các phương thức khác trong các giao thức của phần Các khả năng biên dịch TC.



Hình 4.6. *Kiến trúc chồng giao thức báo hiệu số 7 trong tương quan với mô hình OSI*

- Mặc dù ISUP thường được biểu diễn mở rộng từ lớp 3 đến lớp 7 nhưng điều đó không có nghĩa là tất cả các lớp ở giữa đã được xác định. Thực tế, nó chỉ cho thấy là ISUP liên quan đến việc biên dịch các tín hiệu thiết lập cuộc gọi ban đầu của người sử dụng thành các giao thức báo hiệu thiết lập cuộc gọi SS7, và cũng tương tác với các giao thức truyền bản tin mức thấp hơn của MTP.

4.3.1. Phần truyền bản tin MTP

a. MTP mức 1

Mức một trong phần chuyển bản tin MTP gọi là đường số liệu báo hiệu, nó tương đương với mức vật lý trong mô hình OSI. Đường số liệu báo hiệu là một đường truyền dẫn số liệu hai chiều. Nó bao gồm hai kênh số liệu hoạt động đồng thời trên hai hướng ngược nhau với cùng một tốc độ.

Đường số liệu báo hiệu có thể là đường tín hiệu số hoặc tương tự . Đường số liệu báo hiệu số được xây dựng trên kênh truyền dẫn số (64 Kb/s) và tổng đài chuyển mạch số. Đường số liệu báo hiệu tương

tự được xây dựng trên kênh truyền dẫn tương tự tần số thoại (4kHz) và Modem.

Giao thức mức 1 định nghĩa các đặc tính vật lý, các đặc tính điện và các đặc tính chức năng của các đường báo hiệu đấu nối với các thành phần CCS $N_0$7. Các đặc tính này được mô tả chi tiết trong khuyến nghị CCITT G703, G732 và G734.

Các tốc độ của MTP mức 1 có thể là DS-1 (1.544Mbps), DS-0 (64Kbps) và DS-0A (56Kbps) theo chuẩn Bắc Mỹ hay theo các giao diện chuẩn của thế giới như V.35 (64Kbps).

b. MTP mức 2

MTP mức 2 tương đương với lớp 2 trong mô hình phân lớp OSI. Nó thực hiện chức năng đường báo hiệu, cùng với đường số liệu báo hiệu (MTP mức 1) cung cấp một đường số liệu cho chuyển giao tin cậy các bản tin báo hiệu giữa hai điểm báo hiệu được đấu nối trực tiếp.

MTP mức 2 định nghĩa các giao thức cần thiết để xác định mất và huỷ gói tin trên các đường dữ liệu riêng biệt và để sắp thứ tự các gói dữ liệu được phân phát. MTP mức 2 sử dụng các bản tin FISU để xác định và sửa lỗi và sử dụng các bản tin LSSU để điều khiển khôi phục đường số liệu. MTP mức 2 thực hiện chức năng này mà không làm ảnh hưởng đến các lớp cao hơn.

c. MTP mức 3

MTP mức 3 có thể được coi như tương đương với lớp mạng trong mô hình OSI. Nó chịu trách nhiệm xử lý bản tin và quản trị mạng. MTP mức 3 sẽ thực hiện các chức năng phân biệt, định tuyến, và phân phối các bản tin qua các đường số liệu được tạo bởi các giao thức mức 2.

- Mức 3 phân tích địa chỉ của các bản tin đến và từ đó phân biệt các bản tin có địa chỉ là địa chỉ node hiện tại với các bản tin có địa chỉ là node khác.

- Các bản tin có địa chỉ là node hiện tại được chuyển tới các quá trình tiếp theo xác định bởi trường SIO trong bản tin.

- Nếu địa chỉ của bản tin đến không phải là địa chỉ node hiện tại, mức 3 sẽ chuyển tiếp từ chức năng phân loại sang chức năng định tuyến. Chức năng này sẽ kiểm tra bảng định tuyến, định tuyến bản tin một cách thích hợp và phân phát nó trở về cho các giao thức mức 2 để truyền đi.

MTP mức 3 thực hiện chức năng định tuyến của nó dựa trên mã điểm (Point Codes) được ghi trong địa chỉ bản tin. Mã điểm này xác định duy nhất vị trí của điểm khởi đầu và kết thúc của đường số liệu. Tuy nhiên MTP chỉ có thể định tuyến theo kiểu theo từng đường một (link – by – link). Đây không phải là vấn đề đối với báo hiệu chuyển mạch kênh. Tuy nhiên, với báo hiệu không phải là chuyển mạch kênh tới các cơ sở dữ liệu và các ứng dụng có thể ở khắp nơi trên mạng, MTP mức 3 tại các tổng đài chuyển mạch có thể không có bảng định tuyến yêu cầu. Do đó, nó lấp đầy các trường chưa biết với số 0 và chuyển tiếp nó đến STP – nơi có bảng định tuyến tập trung. Các giao thức lớp trên tại STP sẽ thực hiện chức năng biên dịch tiêu đề chung (Global Title Translation), thêm vào dữ liệu định tuyến cần thiết và trả bản tin lại cho MTP mức 3 để tiếp tục truyền đi.

Bên cạnh chức năng phân biệt, phân phát và định tuyến bản tin, MTP mức 3 cũng thực hiện một số chức năng quản lý. Nó điều khiển việc sử dụng LSSU cho quản lý đường số liệu mức 2. Quan sát trạng thái đường mức 3 bao gồm cả điều kiện của điểm cuối, chẳng hạn như các card giao diện mạng, sao cho một đường số liệu có thể hoạt động ở mức 2 nhưng không cung cấp dịch vụ mức 3. Chức năng quản lý đường mức 3 thường đưa những đường số liệu lỗi này sang trạng thái không phục vụ, thực hiện xác định lỗi và đồng chỉnh lại, và đưa chúng trở lại phục vụ mà không làm gián đoạn quá trình hoạt động. Chức năng quản lý mức 3 cũng khởi tạo lưu lượng lớp cao hơn và quản lý định tuyến bản tin sử dụng các bản tin MSU được xác định để quản lý. Khi một node bị nghẽn hay không phục vụ được vì một lý do nào đó,

mức 3 có thể giảm lưu lượng qua node hay định tuyến lại lưu lượng. Trong cả hai trường hợp đều thông báo cho các node lân cận trên mạng. Mức 3 cũng cung cấp thông tin bảo dưỡng cho các trung tâm OA&M để nhà quản lý có thể can thiệp.

4.3.2. Các chức năng người sử dụng MTP

Các chức năng người sử dụng MTP (MTP User Functions) cho phép tiếp cận tới người sử dụng MTP (MTP User). Có hai người sử dụng MTP :

- Thứ nhất là Phần người sử dụng ISDN (ISUP) – sử dụng MTP để mang các bản tin điều khiển thiếp lập và huỷ bỏ cuộc gọi link – by – linh.

- Thứ hai là Phần điều khiển kết nối báo hiệu (SCCP) – cho phép định tuyến mạng một cách mềm dẻo các bản tin biên dịch ứng dụng được sử dụng bởi các mạng thông minh, các dịch vụ di động cũng như OA&M.

a. Phần người sử dụng ISDN (ISUP)

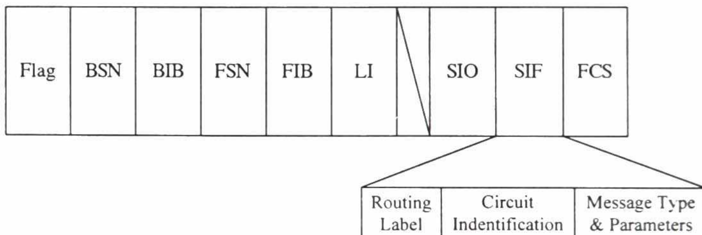
ISUP cung cấp các chức năng báo hiệu cần thiết để hỗ trợ các dịch vụ mang cơ bản và các dịch vụ phụ trợ cho các ứng dụng thoại và phi thoại. Nó điều khiển quá trình thiết lập và huỷ bỏ cuộc gọi thoại và số liệu cho cả các cuộc gọi ISDN và không phải là ISDN thông qua MTP. Nhiệm vụ ISUP cơ bản là để thiết lập một kết nối kênh truyền dẫn giữa các node, dẫn tới bên bị gọi phụ thuộc vào bảng định tuyến chuẩn đặt tại điểm chuyển mạch. ISUP cũng hỗ trợ các dịch vụ phụ trợ ISDN bằng cách mang các đặc điểm hay thông tin chủ gọi kết hợp với cuộc gọi mà được thiết lập như là một phần của Trường thông tin dịch vụ ISDN – SIF.

ISUP chấp nhận cả các bản tin thiết lập cuộc gọi ISDN và không phải là ISDN, sắp xếp chúng vào Bản tin địa chỉ khởi tạo ISUP IAM của chính nó. Do đó, ISUP thường được miêu tả là mở rộng đến cả lớp

ứng dụng (lớp 7) của mô hình OSI, nơi mà các bản tin thiết lập cuộc gọi này được khởi tạo.

Khuôn dạng các bản tin ISUP được mang trong trường SIF của một bản tin MSU ISUP. ISUP SIF chứa một nhãn định tuyến, một mã nhận dạng kênh và thông tin báo hiệu. Nhãn định tuyến cung cấp các mã điểm cho địa chỉ bắt đầu và địa chỉ đích. Mã nhận dạng kênh CIC là một mã (không được xác định trong các khuyến nghị của ITU – T) mà xác định kênh mang là đối tượng của bản tin. Thông tin báo hiệu bao gồm kiểu bản tin và các thông số bắt buộc/lựa chọn được xác định bởi bản tin đó. Có 43 kiểu bản tin ISUP được ITU – T định nghĩa, ví dụ như là Bản tin địa chỉ khởi tạo IMA, bản tin quản lý cuộc gọi như CPG…

Cấu trúc của bản tin ISUP SIF như sau:



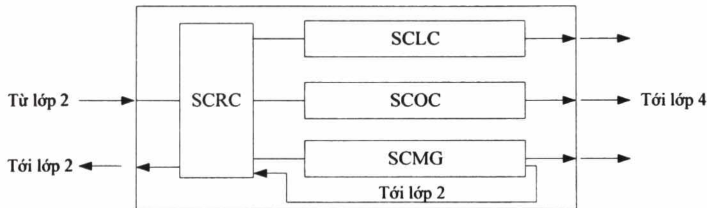
Hình 4.7. *Cấu trúc bản tin ISUP SIF*

b. Phần điều khiển kết nối báo hiệu SCCP

Không giống ISUP được sử dụng để thiết lập và huỷ bỏ kênh mang vật lý, SCCP tồn tại để mang lưu lượng Các ứng dụng người sử dụng SS7 và quản lý. Vì nó mang thông tin ứng dụng giữa hai điểm mà có thể không liên quan đến bất cứ kênh mang nào, SCCP phải có khả năng biên dịch và cung cấp thông tin định tuyến và đánh địa chỉ mềm dẻo hơn qua các giao diện tới MTP. SCCP thực hiện chức năng biên dịch tiêu đề chung GT (Global Title Translation) và định tuyến cho các mã điểm xuất phát và mã điểm đích mà không gắn với điểm

xuất phát và điểm đích thực tế, cũng như là các số phân hệ mà cung cấp các địa chỉ logic cho các phân hệ ứng dụng riêng biệt trong node được đánh địa chỉ. SCCP cũng điều khiển chia sẻ tải MTP mức 3 giữa các điểm báo hiệu dự phòng.

Giao thức SCCP có bốn chức năng cơ bản như được chỉ ra ở hình sau :



Hình 4.8. *Chức năng của SCCP.*

Chức năng quan trọng nhất là Điều khiển định tuyến SCCP (SCCP Routing Control - SCRC). SCRC biên dịch giữa node duy nhất và mã điểm địa chỉ phân hệ và tiêu đề chung được đơn giản hoá chứa trong hầu hết các bản tin SCCP. Dựa trên khả năng biên dịch này, SCCP thực hiện chức năng phân loại bản tin, phân phối các bản tin đã được đánh địa chỉ node này tới các phân hệ, và chuyển những bản tin mà không được đánh địa chỉ trở lại MTP. SCCP định tuyến bản tin tới một trong ba chức năng sau để phân phát tới các phân hệ: chức năng điều khiển không kết nối SCCP (SCCP Conectionless Control - SCLC), chức năng quản lý SCCP (SCCP Management - SCMG), và chức năng điều khiển hướng kết nối SCCP (SCCP Conection Oriented Control - SCOC). SCCP được định nghĩa cho cả các dịch vụ hướng kết nối và không kết nối. Dịch vụ không kết nối SCCP rất tốt và có thể cạnh tranh với các đặc tính với dịch vụ hướng kết nối đến mức thông tin kiểu hỏi đáp có thể được thực hiện một cách tin cậy.

SCCP cung cấp hai mức dịch vụ không kết nối : lớp 0 là dịch vụ datagram, và lớp 1 là dịch vụ đánh thứ tự. Khi một người sử dụng lựa

chọn dịch vụ lớp 0, SCCP phân phối bản tin một cách ngẫu nhiên qua bất cứ đường số liệu dự phòng nào khả dụng như là một phương thức quản lý để duy trì sự cân bằng lưu lượng. Lớp 1 được chọn khi độ dài của một phiên làm việc lớn hơn 273 octet được phép trong trường SIF của một bản tin MSU. Khi SCCP lớp 1 phát hiện ra rằng một phiên giao dịch bị phân đoạn, nó yêu cầu tất cả các đoạn sẽ phải được truyền qua cùng một tuyến vật lý, do đó bảo đảm rằng người nhận sẽ nhận tất cả các đoạn theo đúng thứ tự mà nó được truyền đi.

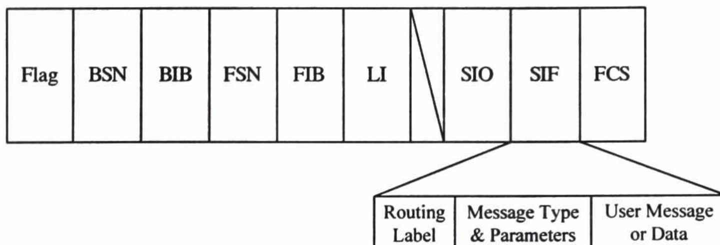
Bên cạnh việc điều khiển thứ tự được cung cấp bởi sự lựa chọn hai lớp dịch vụ, SCCP cung cấp hai thông số chất lượng dịch vụ QoS khác nhau. Lựa chọn quay lại cho phép MTP huỷ bỏ bản tin lỗi hay yêu cầu trả lại SCCP như là một bản tin lỗi. Mức độ ưu tiên của bản tin được gán bởi MTP cho bản tin SCCP phụ thuộc vào các tiêu chí được phát triển từ bên ngoài.

SCCP cho phép quản lý định tuyến và lưu lượng mạng một cách tự động. Không giống như quản lý MTP chỉ chịu trách nhiệm cho các đường số liệu riêng biệt nối các node, quản lý SCCP hỗ trợ các ứng dụng và phân hệ mà có thể được phân phối qua vài node. SCCP nhận thông tin gốc về tình trạng node trực tiếp từ điểm báo hiệu MTP cũng như trạng thái phân hệ từ node xa. Dựa trên những thông tin này, SCCP có thể cấu hình lại mạng báo hiệu; SCCP loại bỏ lưu lượng hay định tuyến các bản tin đi vòng qua các node mà thông báo là chúng bị nghẽn, và quản lý sự khác nhau về định tuyến giữa dịch vụ lớp 0 và lớp 1. Thêm vào đó, SCCP có thể được sử dụng để hỗ trợ OAMP trong tình trạng cảnh báo.

Giống như ISUP, bản tin SCCP được mang trong trường SIF của bản tin MSU. Trường SIF này mang một nhãn định tuyến giống như của ISUP, xác định điểm khởi tạo và điểm đích của cuộc gọi. Phần thứ hai của SCCP SIF chứa loại bản tin và các thông số lựa chọn hay bắt buộc định nghĩa cho loại bản tin đó. Không giống như ISUP, SCCP cung cấp một dịch vụ vận chuyển và trường thứ ba chứa bất cứ bản tin

nào được truyền, thường là một bản tin Các khả năng người sử dụng TC.

Cấu trúc của bản tin SCCP SIF như sau:



Hình 4.9. *Cấu trúc bản tin SCCP SIF*

4.3.3. Người sử dụng SS7 (SS7 Users)

Người sử dụng SS7 chúng ta đề cập đến ở đây là những ứng dụng tồn tại tại lớp 7 của mô hình OSI (lớp ứng dụng). Người sử dụng SS7 có thể được chia thành hai loại:

- Những người sử dụng ứng dụng hỗ trợ lưu lượng chuyển mạch kênh (Phần người sử dụng điều khiển kênh), sử dụng ISUP để truy nhập tới MTP
- Những người sử dụng ứng dụng mà truy nhập tới MTP thông qua Các khả năng biên dịch SS7 và SCCP mà hỗ trợ lưu lượng không phải là chuyển mạch kênh với cơ sở dữ liệu tại SCP ; bên cạnh đó cho phép vận chuyển các dữ liệu ứng dụng.

a. Phần người sử dụng ISDN

ISUP - điều khiển thiết lập và huỷ bỏ kênh như là một giao thức lớp 4 trong mô hình OSI, cũng là một giao thức lớp ứng dụng OSI. Vì ISUP coi một bản tin thiết lập gọi của người sử dụng như là một bản tin ứng dụng được biên dịch sang khuôn dạng ISUP của chính nó, ISUP thường được mô tả trong chồng giao thức SS7 như là một "

đường ống" từ lớp 4 đến lớp 7, sử dụng bởi các ứng dụng chuyển mạch kênh.

b. Các khả năng biên dịch TC

TC hỗ trợ các tiến trình ứng dụng lớp 7 của mô hình OSI không phải là chuyển mạch kênh. Những tiến trình này phụ thuộc vào một khả năng nào đó của SS7 để thực hiện hỏi - đáp, các dịch vụ mạng thông minh, hay các bản tin truyền dữ liệu... Tất cả đều có thể được coi như là các "giao dịch". Tất cả các giao dịch này yêu cầu bản tin phải được định tuyến giữa người sử dụng và cơ sở dữ liệu hay giữa người sử dụng với nhau. Thông tin này không áp dụng cho điều khiển kênh, và định tuyến thì không được thực hiện bằng phương thức link – to – link như ISUP. TC là một Thành phần dịch vụ ứng dụng (ASE) chung mà có thể hỗ trợ một số các ứng dụng SS7. Tuy nhiên, hầu hết các ứng dụng, chẳng hạn như Phần ứng dụng Quản lý, điều hành và bảo dưỡng OAMP, yêu cầu phải có thêm các chức năng ASE xác định mà không được đề cập bởi SS7.

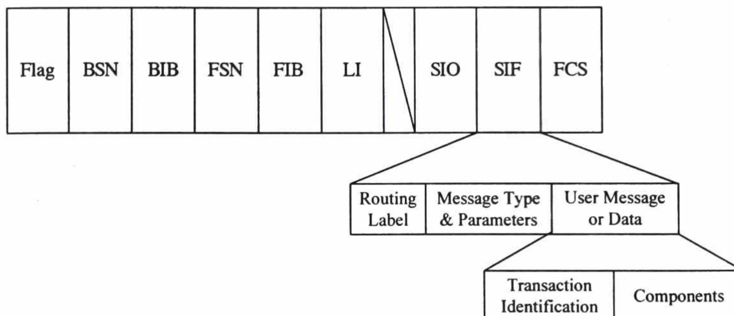
ITU – T định nghĩa TC là một ASE chung nằm giữa Người sử dụng TC (trên lớp 7 OSI) và SCCP. TC bao gồm Phần ứng dụng (TCAP) và Phần dịch vụ ứng dụng chưa xác định (ASP). ASP thuộc từ lớp 4 đến lớp 6 OSI và hỗ trợ dịch vụ hướng kết nối. Tuy nhiên cả các khuyến nghị của ITU –T và các chuẩn T1 của Mỹ đều chưa nghiên cứu cụ thể vấn đề này. Do vậy, cả ITU – T và T1 đều coi TC trùng với TCAP.

TCAP gồm 3 phân lớp: Biên dịch, Hội thoại và Thành phần. Phân lớp Biên dịch xác định và phân phối lưu lượng tới phiên xác định và các thành phần ứng dụng nhỏ, do đó hỗ trợ việc thực hiện các dịch vụ hướng kết nối. Phân lớp Hội thoại và Thành phần hỗ trợ hỏi/đáp và nhu cầu truyền tải lưu lượng dữ liệu đơn hướng của các ứng dụng.

Giống như tất cả các bản tin SS7 lớp cao hơn, TCAP phụ thuộc vào MSU, tạo một trường TCAP trong trường SCCP SIF bao gồm

phần xác định biên dịch và dữ liệu (thành phần, dữ liệu, hay hội thoại) cần thiết cho biên dịch. Trường xác định biên dịch xác định kiểu bản tin và các thông số yêu cầu.

Cấu trúc của trường TCAP trong SCCP SIF như sau:



Hình 4.10. *Cấu trúc trường TCAP trong bản tin SCCP SIF*

4.3.4. Các phần ứng dụng INAP, MAP, OMAP

a. Phần ứng dụng mạng thông minh INAP

INAP (Intelligent Network Application Part) cho phép thực hiện một cơ sở hạ tầng báo hiệu, phân cấp nhà cung cấp để đạt được một thị trường điện thoại cố định rộng khắp toàn cầu. INAP là một giao thức báo hiệu giữa một SSP, các nguồn phương tiện mạng (ngoại vi thông minh), và cơ sở dữ liệu tập trung của SCP. SCP bao gồm các dữ liệu và chương trình dịch vụ cung cấp bởi nhà khai thác mạng hay bên thứ ba nào đó. Thông qua INAP, nhà khai thác mạng có thể đạt được sự độc lập tối đa từ các chương trình phần mềm cung cấp bởi các nhà cung cấp tổng đài. Mạng thông minh (IN) là một kiến trúc mạng điện thoại mà tách biệt dịch vụ ra khỏi thiết bị chuyển mạch, cho phép các dịch vụ mới có thể được thêm vào mà không phải thiết kế lại phần mềm chuyển mạch. Với mạng IN, nhà khai thác có thể thực hiện các dịch vụ giá trị gia tăng khác nhau, tạo cho chúng các ưu điểm cạnh

tranh trên thị trường vì nó cho phép thêm vào các dịch vụ mới một cách dễ dàng hơn và cung cấp cho các khách hàng nhiều sự lựa chọn hơn. IN có tính độc lập ứng dụng, có nghĩa là nó cung cấp các chức năng có thể tái sử dụng và tổng quát mà có thể được tích hợp hay tái kết hợp để cung cấp cho một dịch vụ mới.

SCP lưu trữ các dữ liệu và thông tin về nhà cung cấp dịch vụ định hướng cho hoạt động xử lý chuyển mạch và điều khiển cuộc gọi. Tại một điểm định trước trong quá trình xử lý một cuộc gọi đến hay đi, tổng đài tạm dừng tiến trình đang thực hiện, đóng gói thông tin liên quan đến xử lý cuộc gọi, đưa vào hàng đợi và đợi lệnh tiếp theo. SCP thực hiện các chương trình được định nghĩa bởi người sử dụng mà phân tích trạng thái hiện tại của cuộc gọi và thông tin nhận từ tổng đài. Chương trình khi đó có thể chỉnh sửa hay tạo dữ liệu cuộc gọi để được gửi trở lại cho tổng đài. Sau đó tổng đài phân tích thông tin nhận được từ SCP và thực hiện theo những hướng dẫn được cung cấp cho quá trình xử lý cuộc gọi tiếp theo.

Được phát triển bởi ITU, IN được xác định như là một chuẩn toàn cầu. Toàn bộ các chức năng của IN đã được xác định và thực hiện trong các phần gọi là các tập khả năng (CS). Phiên bản đầu tiên đã được phát hành là CS-1. Hiện nay cũng đã xác định và có CS-2. Phần ứng dụng CAMEL (CAP) là một phần tách ra từ INAP và cho phép sử dụng INAP trong mạng di động GSM.

Cách thức hoạt động của INAP:

- Thuê bao chủ gọi quay số. Những con số quay này được gửi đến tổng đài.
- Tổng đài – thường được biết đến trong mạng báo hiệu là SSP – chuyển tiếp cuộc gọi qua mạng báo hiệu số 7 tới SCP, nơi lưu trữ cơ sở dữ liệu và thông tin logic dịch vụ.
- SCP xác định dịch vụ được yêu cầu từ các số được quay và trả lại thông tin về cách thức để xử lý cuộc gọi cho SSP.

- Trong một số trường hợp, cuộc gọi có thể được xử lý nhanh hơn bằng ngoại vi thông minh được đấu nối với SSP thông qua các đường ISDN tốc độ cao. Ví dụ, một thông báo thoại tuỳ chọn có thể được phát để trả lời cho số quay hay một cuộc gọi thoại có thể được phân tích và xác định.
- Thêm vào đó, các thiết bị bổ trợ có thể được thêm trực tiếp vào SSP với các kết nối tốc độ cao cho các dịch vụ gia tăng chưa xác định.

Các dịch vụ có thể được cung cấp bởi INAP bao gồm:

- Dịch vụ số đơn: một số quay có thể tới một số nội hạt cùng với dịch vụ.
- Dịch vụ truy nhập cá nhân: cho phép người sử dụng quản lý cuộc gọi đến.
- Dịch vụ khôi phục thảm hoạ: cho phép lưu trữ dự phòng địa chỉ cuộc gọi trong trường hợp có thảm họa.
- Dịch vụ chuyển tiếp cuộc gọi.
- Dịch vụ quay số mở rộng mạng riêng ảo. .

b. Phần ứng dụng di động GSM MAP

Phần ứng dụng di động GSM (GSM MAP) cho phép thực hiện cơ sở hạ tầng báo hiệu mạng di động, phân cấp nhà cung cấp dịch vụ để hướng tới mạng GSM và là nền tảng để cung cấp các đặc tính di động của nó. Tiền đề tạo ra GSM MAP là để kết nối các thành phần chuyển mạch phân tán, được gọi là các MSC với một cơ sở dữ liệu chính là HLR. HLR lưu trữ một cách tự động vị trí hiện tại và thuộc tính của một thuê bao di động. HLR được tham khảo trong quá trình xử lý một cuộc gọi đến. Ngược lại, HLR được cập nhật khi thuê bao di chuyển trong mạng và do đó được phục vụ bởi các tổng đài khác nhau.

GSM MAP đã và đang phát triển khi mạng vô tuyến mở rộng, từ hỗ trợ đơn thuần thoại, tới các dịch vụ dữ liệu gói. GSM MAP cũng có

thể được kết nối tới các thành phần của mạng NGN chẳng hạn như GGSN hay SGSN.

GSM MAP có một số chức năng cơ bản. Nó cung cấp:

- Cơ chế cho một GMSC tiếp cận được một số định tuyến cho cuộc gọi đến.
- Cơ chế cho một MSC cập nhật tình trạng thuê bao và số định tuyến qua VLR tích hợp.
- Dữ liệu và các thuộc tính dịch vụ bổ sung của thuê bao tới các thành phần chuyển mạch thông qua VLR.

GSM MAP cùng với CAMEL cho phép thực hiện khái niệm mạng chủ và khách, từ đó cho phép nhà khai thác mạng có thể cung cấp cùng một số các dịch vụ như nhau mà không quan tâm đến việc thuê bao đó có là thuê bao của mạng chủ không, hay nó đang được chuyển vùng ở mạng khách.

c. Phần Điều hành, quản lý và bảo dưỡng OAMP

OMAP cung cấp phương tiện để nhà khai thác mạng bảo dưỡng mạng của họ. Công việc duy trì và bảo dưỡng bao gồm việc quản lý bên ngoài chức năng quản lý được thực hiện một cách tự động bởi các giao thức SS7.

OMAP hoàn toàn đáp ứng ba yêu cầu chính của các giao thức SS7 và mạng báo hiệu kết hợp.

Nó cung cấp một giao diện giữa nhà khai thác và mạng bằng cách sử dụng các khái niệm chuẩn được định nghĩa bởi các khuyến nghị về quản lý mạng viễn thông của ITU – T.

Nó cung cấp phương tiện chuẩn hóa cách tiếp cận tới toàn bộ mạng viễn thông (bao gồm các kênh mang và các mạng khác). Điều này có nghĩa là các đối tượng được quản lý bởi OMAP phù hợp với các đối tượng được định nghĩa quản lý bởi ITU –T. OMAP thực hiện việc điều khiển những đối tượng này bằng cách sử dụng một Cơ sở thông tin quản lý TMN (TMN MIB), thông qua một giao diện chưa

xác định. Mỗi mức giao thức chứa một số Thực thể quản lý lớp (LME) mà các đối tượng được quản lý đặt ở đó.

OMAP mở rộng các chức năng quản lý tự động của các giao thức SS7 thành một hệ thống duy nhất trên toàn thế giới.

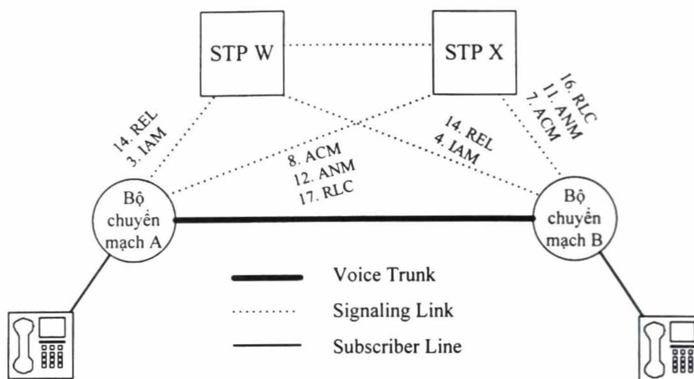
OMAP cho phép quản lý lỗi và hiệu năng, quản lý cấu hình lại, giám sát hiệu năng mạng và sự thành công của các thủ tục quản lý tự động của SS7. OMAP cũng cho phép người điều hành có thể chủ động can thiệp tạm dừng hoạt động mạng để bảo dưỡng.

OMAP hoạt động thông qua 3 chức năng là: kiểm tra tính hợp lệ định tuyến MTP, kiểm tra tính hợp lệ định tuyến SCCP, kiểm tra tính hợp lệ kênh. Những kiểm tra này về mặt khái niệm thuộc về Người sử dụng thành phần ứng dụng OMAP (OMASE) của OMAP. OMASE thông tin với SCCP và MTP thông qua OMASE đặc biệt và ASE, TC chung.

4.4. Ví dụ về thiết lập cuộc gọi đơn giản sử dụng hệ thống báo hiệu số 7

Chúng ta xem xét một thủ tục gọi cho một cuộc gọi từ một thuê bao của tổng đài A tới một thuê bao của tổng đài B và qua đó thấy được vai trò của mạng báo hiệu số 7.

1. Tổng đài A phân tích các con số được quay và xác định rằng nó cần phải chuyển cuộc gọi đến tổng đài B
2. Tổng đài A chọn một kênh trung kế rỗi giữa nó và tổng đài B và tạo một bản tin địa chỉ khởi đầu IMA – bản tin cơ bản đầu tiên để thiết lập một cuộc gọi. IMA có địa chỉ là tổng đài B. Nó xác định tổng đài khởi tạo (tổng đài A), tổng đài nhận (tổng đài B), trung kế được chọn, số bị gọi và số chủ gọi cũng như là các thông tin khác.
3. Tổng đài A chọn một trong những tuyến báo hiệu loại A của nó (ví dụ AW) và truyền bản tin qua tuyến báo hiệu đó để định tuyến đến tổng đài B.



Hình 4.11. *Ví dụ thiết lập cuộc gọi đơn giản sử dụng SS7*

4. STP W nhận bản tin, đọc nhãn định tuyến, và xác định rằng bản tin đó được định tuyến đến tổng đài B. Nó chuyển tiếp bản tin trên tuyến báo hiệu WB đến B.

5. Tổng đài B nhận bản tin. Nhờ phân tích bản tin, nó xác định rằng thuê bao bị gọi nằm trong số phục vụ của nó và thuê bao bị gọi đang rỗi.

6. Tổng đài B tạo một bản tin hoàn thành địa chỉ ACM – chỉ ra rằng IAM đã đến được địa chỉ thích hợp. Bản tin xác định tổng đài nhận (tổng đài A), tổng đài gửi (tổng đài B) và trung kế được chọn.

7. Tổng đài B chọn một trong những tuyến báo hiệu loại A của nó (ví dụ là BX) và truyền bản tin ACM qua tuyến đó để định tuyến đến tổng đài A. Cùng một thời điểm, nó hoàn thành đường đi cho cuộc gọi ở hướng ngược lại (hướng về tổng đài A), gửi hồi âm chuông qua trung kế đó đến A, và gửi tín hiệu chuông cho đường dây thuê bao bị gọi.

8. STP X nhận bản tin, đọc nhãn định tuyến của nó và xác định rằng bản tin được gửi đến tổng đài A. Nó chuyển tiếp bản tin trên tuyến XA.

9. Khi nhận được ACM, tổng đài A kết nối đường dây thuê bao chủ gọi tới trung kế đã được chọn theo hướng ngược lại (để người gọi có thể nghe thấy tín hiệu hồi âm chuông được gửi từ tổng đài B).

10. Khi thuê bao chủ gọi nhấc máy, tổng đài B tạo một bản tin trả lời ANM, xác định tổng đài nhận (A), tổng đài gửi (B) và trung kế được chọn.

11. Tổng đài B chọn tuyến báo hiệu đã dùng để gửi bản tin ACM (tuyến BX) để gửi bản tin ANM. Tới thời điểm này, trung kế cũng phải được kết nối tới đường dây bị gọi theo cả hai hướng (để cho phép hội thoại).

12. STP X nhận dạng bản tin ANM, xác định địa chỉ tổng đài nhận là tổng đài A và chuyển tiếp nó qua tuyến báo hiệu XA.

13. Tổng đài A đảm bảo chắc chắn rằng thuê bao chủ gọi được kết nối với trung kế ở cả hai hướng và cuộc đàm thoại có thể được thực hiện.

14. Nếu như thuê bao chủ gọi hạ máy trước (sau khi hội thoại), tổng đài A sẽ tạo một bản tin giải phóng REL có địa chỉ là tổng đài B, xác định trung kế phục vụ cuộc gọi. Nó gửi bản tin này đi qua tuyến báo hiệu AW.

15. STP W nhận bản tin REL, xác định địa chỉ của nó là tổng đài B, và chuyển tiếp nó bằng tuyến báo hiệu B.

16. Tổng đài B nhận bản tin REL, ngắt kết nối trung kế khỏi đường thuê bao, trả lại trung kế về trạng thái rỗi, tạo một bản tin hoàn toàn giải phóng RLC có địa chỉ là tổng đài A, và

truyền nó trên tuyến báo hiệu BX. RLC cũng chỉ rõ trung kế đã được sử dụng để phục vụ cuộc gọi.

17. STP X nhận bản tin RLC, xác định địa chỉ tổng đài nhận (A) và chuyển bản tin đi qua tuyến XA.

18. Khi nhận được bản tin RLC, tổng đài A đưa trung kế đã được chỉ ra về trạng thái rỗi, sẵn sàng phục vụ cuộc gọi mới.

4.5. Xử lý báo hiệu trong tổng đài

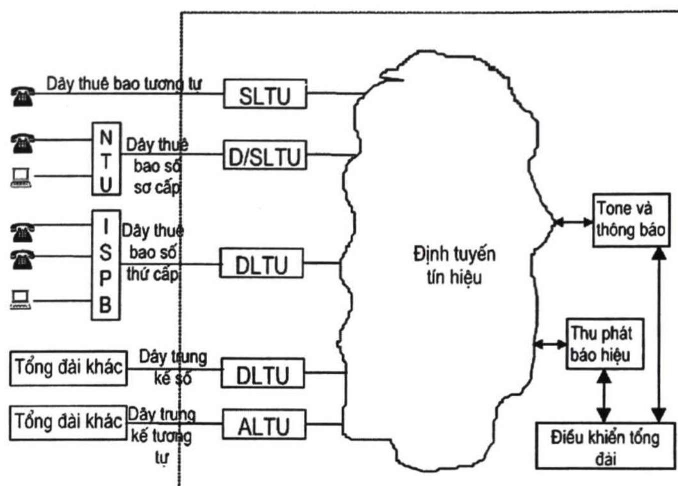
4.5.1. Giới thiệu

Hệ thống báo hiệu được sử dụng như một ngôn ngữ cho 2 thiết bị trong hệ thống chuyển mạch trao đổi với nhau để thiết lập tuyến nối cho cuộc gọi. Giống như bất kỳ ngôn ngữ nào, chúng cũng có từ vựng với những chiều dài khác nhau và độ chính xác khác nhau. Tức là các báo hiệu cũng có thể thay đổi về kích thước và dạng cú pháp của nó theo các quy luật để ghép nối và tạo thông tin báo hiệu.

Xử lý báo hiệu trong tổng đài là sự xử lý các dạng tín hiệu báo hiệu thuê bao và tổng đài trên các đường dây thuê bao và trung kế trong tổng đài. Báo hiệu trong tổng đài điện thoại bao gồm không chỉ là báo hiệu giữa tổng đài với thuê bao và báo hiệu liên đài mà còn mang các thông tin về trạng thái cuộc gọi bằng các tone và các bản tin thông báo khác.

Như vậy, ta thấy rằng quá trình xử lý báo hiệu bao gồm các phần chính sau:

- Định tuyến trong tổng đài.
- Các bộ thu phát báo hiệu.
- Tạo tone và các bản tin thông báo.



DLTU (Digital Line Termination Unit) : Đơn vị đường dây đầu cuối số.
SLTU (Subcriblel Line Termination Unit) : Đơn vị đường dây đầu cuối thuê bao .
NTU (Network Termination Unit) : Đơn vị mạng đầu cuối.
ISPBX (Intergrated services PBX) : Các dịch vụ tích hợp tổng đài cơ quan.

Hình 4.12. *Tổng quan xử lý báo hiệu trong tổng đài.*

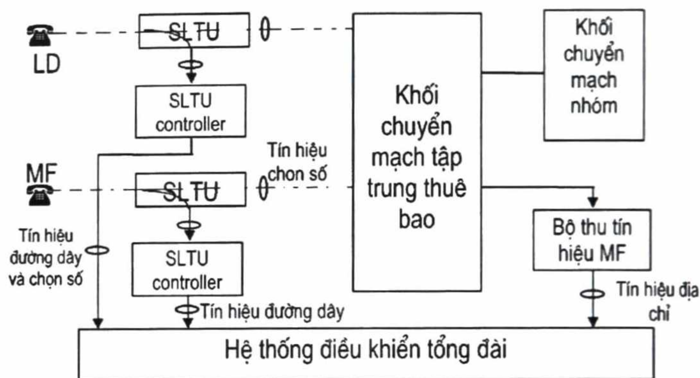
4.5.2. Sự định tuyến trong tổng đài

Báo hiệu tổng đài - thuê bao: Trong tổng đài SPC có khả năng cho phép hai loại thuê bao tương tự và thuê bao số ứng với mỗi loại, ta có các tín hiệu, phương pháp định tuyến khác nhau.

Thuê bao tương tự: Trên mạng điện thoại hiện nay, vì lý do kinh tế thường sử dụng thuê bao tương tự. Sự định tuyến thuê bao tương tự như hình 4.13 dưới đây. Sự định tuyến gồm hai thành phần báo hiệu:

- Tín hiệu báo hiệu đường dây (giám sát): mang trạng thái của mạch điện.

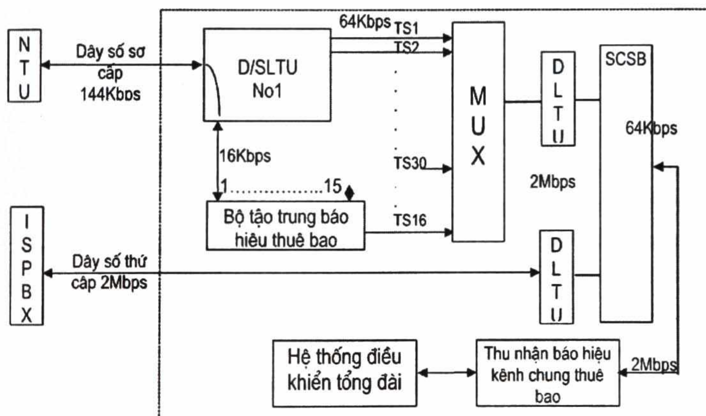
- Tín hiệu báo hiệu địa chỉ (chọn số): chỉ thị số thuê bao bị gọi.



Hình 4.13. *Định tuyến báo hiệu của thuê bao tương tự đến thiết bị thu tương ứng.*

Tín hiệu báo hiệu đường dây có nhiệm vụ giám sát mạch điện đường dây thuê bao. Với các thuê bao tương tự, dạng tín hiệu này ở dạng LD (cắt mạch vòng). Tín hiệu báo hiệu chọn số (địa chỉ) có thể được thuê bao phát bằng 2 cách: LD hoặc MF (mã đa tần). Đối với điện thoại dùng đĩa quay số, cả báo hiệu đường dây và chọn số đều được thực hiện theo kiểu cắt mạch vòng (Loop – disconnection). Các tín hiệu báo hiệu này được tách ra từ đường dây thuê bao bởi SLTU. Sau đó, chúng được thu thập tại khối điều khiển SLTU để biến đổi từ trạng thái LD sang các tín hiệu trạng thái và chữ số địa chỉ rồi gởi đến hệ thống điều khiển tổng đài để xử lý và từ đó đưa ra những thao tác thích hợp. Đối với điện thoại ấn phím, tín hiệu đường dây được tiến hành theo kiểu LD còn tín hiệu chọn số theo kiểu MF. Như vậy, tín hiệu đường dây được tách ra khỏi SLTU và qua bộ SLTU đến hệ thống điều khiển tổng đài như điện thoại đĩa quay số. Sự truy cập đến bộ thu MF thông thường qua khối chuyển mạch tập trung thuê bao. Bộ thu MF có thể dùng chung cho 1 số lớn đường dây thuê bao với mục đích giảm chi phí thiết bị.

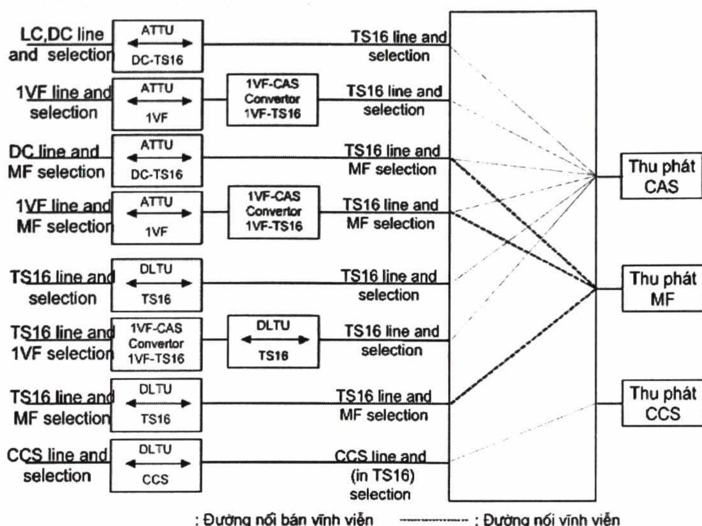
Thuê bao số: Đây là sự định tuyến báo hiệu đến 2 “kiểu” thuê bao số ISDN và ISPBX trên sự truy cập đường dây sơ cấp và thứ cấp. Trong sự truy cập sơ cấp, 1 kênh báo hiệu 16Kbps kết hợp với 2 kênh giao thông 64Kbps tạo thành tốc độ 144Kbps dạng (2B+D) cho mỗi hướng. Kênh báo hiệu mang thông tin báo hiệu đường dây và chọn số cho cả 2 kênh giao thông như thông tin xử lý cuộc gọi và các thông tin bảo dưỡng. Trong sự truy cập thứ cấp bao gồm 1 đường dẫn 2Mbps từ 1 ISPBX, 1 kênh báo hiệu kênh chung tốc độ 64Kbps cho 30 kênh giao thông 64Kbps được mang trong TS16.



Hình 4.14. *Định tuyến của thuê bao số.*

Báo hiệu liên tổng đài: Các hệ thống báo hiệu khác nhau trên các đường trung kế được định tuyến đến các bộ thu phát báo hiệu tương ứng được thực hiện nhờ bộ chuyển đổi tín hiệu hoặc kết hợp trong ATTU (Analogue Trunk Terminalting Unit) cho các kiểu báo hiệu LD, DC và 1VF. Hệ thống báo hiệu 1VF là hệ thống báo hiệu đơn tần trong băng, nó có thể là báo hiệu đường dây hoặc báo hiệu địa chỉ

(nhưng chủ yếu là đường dây). Sự chuyển đổi báo hiệu trong băng sang dạng thích hợp để đưa đến các bộ thu phát báo hiệu (thường là CAS) có thể được thực hiện bởi một thiết bị kết hợp ở mỗi lối vào tương tự đến 1 ATTU hoặc sử dụng một đơn vị đơn giản mà nó tách các tone từ dòng số 2Mbps. Phương thức thứ 2 thường được sử dụng nhiều hơn vì tính kinh tế của nó. Bộ chuyển đổi thực hiện chia một lối vào 2Mbps chứa 30 kênh với âm báo hiệu đơn tần 1VF thành lối ra 2Mbps với báo hiệu mang trong TS16. Thiết bị do đó phải có khả năng tìm kiếm sự xuất hiện của các tone được mã hóa số (ví dụ 2280). Điều này được thực hiện bởi kỹ thuật lọc số. Đối với hướng ngược lại, thiết bị chuyển đổi các bits CAS trong TS16 thành các tone tương ứng chèn vào luồng 2Mbps. Báo hiệu MF được định tuyến trên cơ sở call-by-call qua khối chuyển mạch nhóm từ đường dây đang gọi đến bộ thu phát MF bằng nối kết thời gian giữ ngắn (short-holding-time). Nối kết thời gian giữ ngắn là một nối kết trong thời gian rất ngắn thường với mục đích thu nhận các chữ số địa chỉ, nối kết này được giải phóng ngay sau khi tín hiệu địa chỉ đã kết thúc. Lúc này một đường dẫn thoại được thiết lập qua trường chuyển mạch đến lối ra yêu cầu. Tùy theo phương thức truyền thông tin báo hiệu mà có phương pháp biến đổi khác nhau. Để truy nhập tới bộ thu phát báo hiệu CAS là các đường nối bán cố định. Còn các đường nối tới các bộ thu phát MF là các tuyến cố định thực hiện nguyên tắc trao đổi giữa các khe thời gian TS16 với nhau và nội dung các TS này có chứa thông tin báo hiệu. Đối với báo hiệu kênh chung, thông tin báo hiệu được chứa trong các TS16 của các luồng 2Mbps để truy nhập đến bộ thu phát CCS qua đường nối bán vĩnh viễn (semi-permanent) qua trường chuyển mạch. Nối kết này cho phép các khe thời gian từ luồng 2Mbps truy cập đến CCS S/R qua 1 cổng 2Mbps. Nối kết này là bán vĩnh viễn vì nó duy trì trong một thời gian dài (có thể là vài năm) cho đến khi có sự cố hoặc có sự thay đổi lớn trong tổng đài thì hệ thống điều khiển sẽ thiết lập trở lại.



Hình 4.15. *Định tuyến báo hiệu với các đường trung kế.*

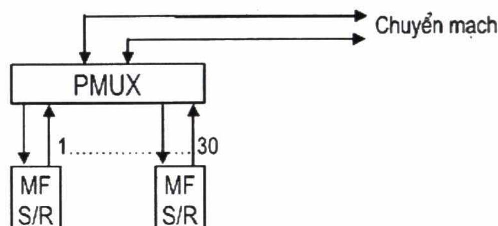
4.5.3. Các bộ thu phát báo hiệu - Thu phát MF

Để định tuyến báo hiệu MF từ thuê bao hoặc các đường trung kế tới bộ thu phát MF, yêu cầu ở mỗi bộ thu phát cần phải giao tiếp với 30 kênh thoại và số bộ thu phát yêu cầu phụ thuộc vào tốc độ sử dụng và thời gian chiếm dùng của mỗi cuộc gọi. Đối với báo hiệu thuê bao, một đường dẫn đơn hướng được thiết lập qua bộ tập trung thuê bao giữa SLTU đang gọi và 1 khe thời gian rỗi trong đường cao tốc tới bộ thu phát MF, trong khi tone mời quay số được đưa đến thuê bao qua 1 đường thoại đơn hướng khác qua bộ tập trung. Đơn vị TH MF phải có khả năng xác nhận được chữ số đầu trong tone mời quay số. Khi các số quay là đầy đủ, hệ thống điều khiển tổng đài sẽ giải phóng đường dẫn qua bộ tập trung thuê bao này. Khe thời gian trong đường cao tốc

lúc này là rỗi và có thể được sử dụng cho các cuộc gọi khác. Quá trình báo hiệu liên đài cũng diễn ra tương tự.

Bộ thu phát MF có thể sử dụng kỹ thuật tương tự hoặc kỹ thuật số.

Bộ thu phát MF ở dạng tương tự: Phương pháp này sử dụng nhiều trong các tổng đài thế hệ đầu vì tính kinh tế cao. 30 bộ thu phát MF được nối và biến đổi tại PMUX (MUX thứ cấp) để tạo ra luồng số 2,048Mbps theo cấu trúc khung. Trong đó, TS0 chứa tín hiệu đồng bộ khung và TS16 báo hiệu cho các kênh còn lại.

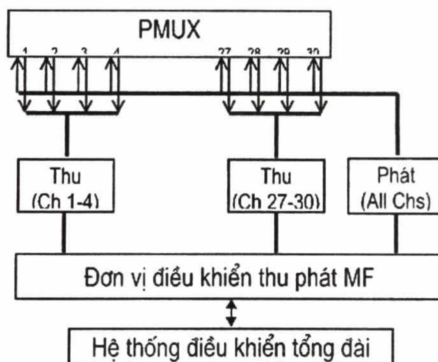


Hình 4.16. *Các bộ thu MF tương tự.*

Bộ thu phát báo hiệu MF ở dạng số: Bộ thu làm việc theo nguyên tắc phân chia theo thời gian cho một số kênh (ở đây là 4). Các số thu được từ mỗi kênh qua bộ thu đến đơn vị điều khiển, ở đó, chúng được định dạng vào trong một bản tin rồi gởi đến hệ thống điều khiển tổng đài. Bộ phát MF thì làm việc một cách đơn giản hơn, mình nó được sử dụng cho tất cả các kênh thoại và trong TS16 của luồng 2Mbps.

Với kiểu thu phát MF số, chỉ cần 8 bộ thu MF cho 30 kênh đầu vào và một bộ phát cho tất cả các kênh. Bộ thu MF số dựa trên cơ sở bộ lọc số. Yêu cầu khả năng nhận biết và phân tích 2 tone từ một tổ hợp đa tần (2 tần số), bỏ qua các tín hiệu ngoài băng tần 4kHz để xác định được các tín hiệu báo hiệu khác nhau để suy ra ý nghĩa của nó.

Sau đó, bộ thu sẽ tìm ra tín hiệu có tổ hợp tần số tương ứng gởi đến bộ điều khiển thu phát MF để đưa đến hệ thống điều khiển tổng đài có những xử lý thích hợp. Bộ phát MF có thể thực hiện bằng các tổ hợp tần số được mã hóa và lưu trữ trong ROM và được đọc ra ở các đường vào thời điểm thích hợp.

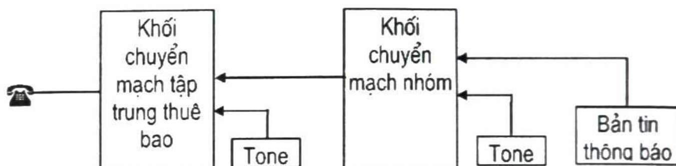


Hình 4.17. *Các bộ thu MF số.*

4.5.4. Các bộ tạo tone và bản tin thông báo

a. Sự định tuyến tone và các bản tin thông báo:

Tổng đài cần phải báo cho thuê bao về trạng thái cuộc gọi cũng như các tiến trình của nó từ khi bắt đầu đến khi kết thúc. Tức là một thuê bao bình thường muốn trao đổi thông tin thì phải được đáp ứng âm xác nhận yêu cầu hoặc yêu cầu không được chấp thuận và nhiều âm khác nhau trong tiến trình xử lý cuộc gọi như thông báo, trợ giúp... Thông thường, thông tin trạng thái có thể nghe thấy được ở dạng tone hoặc lời thoại thông báo. Do đó, mọi thuê bao cũng như các đường trung kế và các đơn vị khác thuộc tổng đài phải được truy nhập đến các bộ tạo tone và thông báo.



Hình 4.18. *Sự định tuyến cho Tone và bản tin thông báo.*

Để đạt hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cho việc phân phối các âm báo đến từng thuê bao, cần phải phân loại theo chức năng của từng dạng âm mà phân bố vị trí của các bộ tạo âm. Ví dụ: các tình trạng thông thường được báo hiệu bằng các tone, còn các trường hợp đặc biệt thì bằng các bản tin. Trong tổng đài SPC, các bộ âm báo thường được phân bố tại các bộ tập trung thuê bao theo phương pháp 1 đường phân bố tới nhiều đường. Còn bộ lưu trữ bản tin thông báo được phân bố tại khối chuyển mạch chính, vì các bản tin này mang tính chất dịch vụ, ít liên quan đến tiến trình xử lý cuộc gọi.

Việc định tuyến cho các âm báo tới các thuê bao được thực hiện bằng luồng số PCM. Như vậy, tại đầu ra của thiết bị tạo âm là các tín hiệu số, mỗi 1 âm báo khác nhau được chứa trong một TS riêng và nó được qua khối chuyển mạch tập trung thuê bao hay khối chuyển mạch nhóm như quá trình chuyển mạch tín hiệu thoại. Sự khác biệt ở đây là tín hiệu từ bộ tạo âm phải đảm bảo về độ lớn để nó thực hiện chuyển mạch tới nhiều đầu ra có yêu cầu cùng lúc.

Với các bản tin thông báo, thông thường nó được truy cập tới khe thời gian trung gian của khối chuyển mạch chính và được thực hiện chuyển mạch như tín hiệu thoại.

b. Các tone xử lý cuộc gọi

Trong tổng đài số, có hai cách tạo tone xử lý cuộc gọi để đưa vào đường dẫn thoại, đó là:

- Phát liên tục các tone ở dạng tương tự, rồi sau đó đưa qua bộ chuyển đổi A/D.

- Phát liên lục các tín hiệu số tương ứng với các tone báo hiệu khác nhau.

Phương thức đầu tiên được sử dụng cho các hệ tổng đài trước đây vì nó khai thác thiết bị tạo tone trong tổng đài tương tự mà chưa thay bằng kỹ thuật số được. Sự lai tạp giữa các bộ phát tone cơ-điện tử trong tổng đài điện tử số gây nên sự cồng kềnh về kích thước và kém hiệu quả về mặt kinh tế. Khi kỹ thuật số là phát triển thì phương thức thứ 2 được sử dụng nhiều hơn với các tính năng cao hơn.

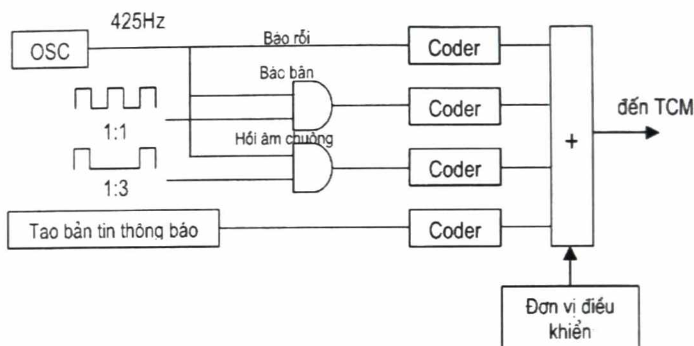
Các bộ tạo tone phục vụ cho chuyển mạch tập trung thuê bao được yêu cầu trong thời gian đầu trước thiết lập cuộc gọi, còn bộ tạo tone phục vụ chuyển mạch nhóm dùng để mang đáp ứng của thuê bao trong thời gian thiết lập cuộc gọi.

c. Bộ tạo tone và các bản tin thông báo

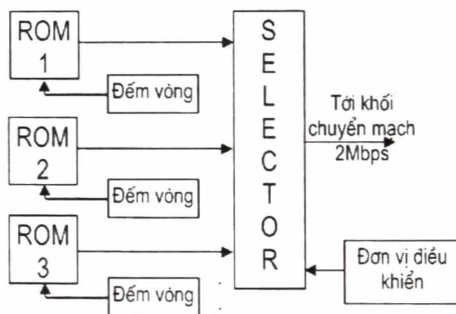
Dùng kỹ thuật tương tự: Có nhiều loại cấu trúc bộ tạo tone. Với các tổng đài analog thì ta có các bộ tạo tone analog với cấu trúc đơn giản là các bộ tạo dao động với các mạch điều khiển ngắt nhịp khác nhau như rơle hoặc các cổng điện tử. Các tín hiệu báo hiệu này phải được chuyển đổi sang dạng số để chèn vào các khe thời gian trong các tuyến PCM đưa đến các đầu cuối qua trường chuyển mạch. Nhược điểm: Kích thước lớn, cồng kềnh, không kinh tế, không có độ tin cậy cao.

Dùng kỹ thuật số:

Tạo tone: Đối với tổng đài SPC hiện nay thì các bộ tạo âm thường là bộ tạo tone số. Các bộ tạo tone này có khả năng cho ra nhiều loại tone khác nhau. Việc phân biệt cho các loại tone này cho tiến trình xử lý cuộc gọi được thực hiện bằng cách thiết lập các độ dài ngắt nhịp khác nhau cho các tone. Cấu trúc này phụ thuộc vào cách quản lý khác nhau. Các phần tử bộ tạo tone số bao gồm: Các bộ nhớ ROM dùng để lưu trữ các loại tone tương ứng bằng các tín hiệu số, mạch điều khiển tone theo chu kỳ, bộ điều khiển đọc ROM và các thiết bị điều khiển khác.



Hình 4.19. *Sử dụng kỹ thuật tương tự.*



Hình 4.20. *Sơ đồ bộ tạo âm báo số.*

Các bộ nhớ ROM lưu các loại tone tương ứng đã mã hóa và đọc ra với địa chỉ do bốn chu kỳ xác định. Thời điểm phát tone qua trường chuyển mạch do đơn vị điều khiển điều khiển bộ SELECTOR. Bộ SELECTOR bao gồm các bộ ghép kênh logic số mà chuyển mạch giữa lối vào và lối ra phụ thuộc vào địa chỉ được cung cấp bởi đơn vị điều khiển. Như vậy, các tone khác nhau được số hóa (với tần số lấy mẫu là 8kHz) và nạp vào ROM, sau đó được đọc ra ở thời điểm thích

hợp theo yêu cầu của thuê bao. Đối với tín hiệu có chu kỳ thì chỉ cần nạp vào chu kỳ là đủ. Đối với tín hiệu không có chu kỳ thì phải nạp tất cả tín hiệu đó. Điều này làm giảm dung lượng của ROM, do đó, tính kinh tế phương pháp này rất cao.

Tạo các bản tin thông báo: Một trong khả năng cung cấp dịch vụ của tổng đài SPC là việc cung cấp các bản tin thông báo với những nội dung mang tính chất thông báo chỉ dẫn… Các bản tin thông báo được lưu trữ trong các thiết bị băng từ, đĩa từ, bộ nhớ… sao cho khả năng truy cập được dễ dàng. Trên thực tế có hai phương pháp lưu trữ sau:

- Phương pháp 1: Tất cả các bản tin được số hóa với từng bit nhị phân và ghi vào thiết bị lưu trữ.

- Phương pháp 2: Kiểu của bản tin thông báo có dạng các câu, các tổ hợp chữ cái có chung nhất một âm tiết, các từ vựng chung được ghi vào vi mạch ROM, RAM để truy xuất theo một địa chỉ thích hợp.

Phương pháp 1 đơn giản nhưng tốn kém về không gian bộ nhớ, phương pháp 2 kinh tế hơn, nhưng vấn đề điều khiển lại phức tạp hơn rất nhiều. Các bản tin cố định thì có thể lưu vào trong ROM, còn các bản tin có thể thay đổi hoặc các dịch vụ mới thì thường được lưu vào RAM để tăng tính linh hoạt, thuận tiện trong việc sửa đổi bổ sung.

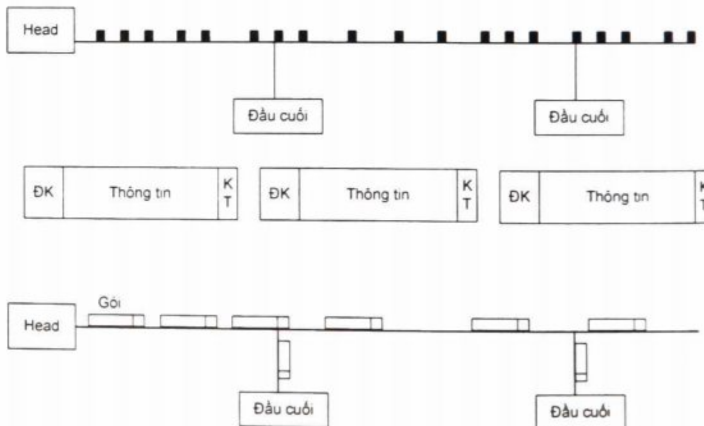
CHƯƠNG V

KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH GÓI

5.1. Những khái niệm chuyển mạch gói

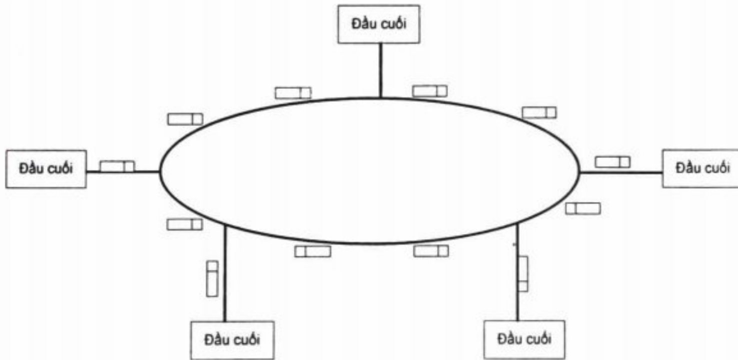
5.1.1. Khái niệm về chuyển mạch gói (packet switching)

Trong chuyển mạch gói thông tin được truyền đi dưới dạng các gói, mỗi gói gồm một khối thông tin điều khiển, một vùng chứa thông tin truyền hữu ích và một vùng thông tin kiểm tra – sửa lỗi bổ sung. Như vậy, đơn vị dữ liệu (data unit) trong chuyển mạch gói là ***gói***, trong đó ngoài dữ liệu cần truyền của nguồn phát tin còn có một số dữ liệu do mạng thêm vào. Một bản tin trọn vẹn của nguồn phát được chia thành nhiều gói, chuyển đi và được tái thiết tại nơi nhận.



Hình 5.1. *Chuyển mạch trên Bus.*

Một tổ chức chuyển mạch thời gian có thể được dùng cho chuyển mạch gói. Thông thường gồm một kênh truyền dưới dạng một vòng hay một bus mà từ đó tín hiệu được đưa vào và lấy ra tùy thuộc vào một vài loại chuẩn. Các nhóm tín hiệu có thể được tiếp nhận và định tuyến đến các lối ra khác nhau tùy thuộc vào vị trí của chúng trong một tuần tự các tín hiệu. Trong các tiếp cận khác, mỗi nhóm tín hiệu chứa một địa chỉ chỉ ra nơi định tuyến cho nhóm. Trong hình 5.1, các tín hiệu số (các bit) đang chạy trên một bus qua hai đầu cuối số liệu. Các bit này được nhóm vào trong một vùng điều khiển, thông tin, và kiểm tra như trình bày ở giữa hình. Thay vì một bus, một trường truyền có thể là một vòng như hình 5.2.



Hình 5.2. *Chuyển mạch trên vòng.*

Các mạch nối đến một chuyển mạch số có thể là một dải từ các đường thuê bao có tốc độ 56Kbps hay 64Kbps đến các đường tầm xa chuẩn (T3) tốc độ 44Mbps. Các liên kết cáp quang có tốc độ bít cao, hiện nay khoảng 145 đến 155 Mbps. Các liên kết quang trong tương lai sẽ có tốc độ 1 Tbps hay cao hơn. Các tốc độ bit cao gây ra trở ngại cho các chuyển mạch số chuẩn. Các chuyển mạch không gian không thể hoạt động đủ nhanh để hoạt động các luồng thuộc giải gigabit và terabit. Cũng không có bộ nhớ nào trong các chuyển mạch thời gian ghi đọc

thông tin với tốc độ nhanh như vậy. Chính vì vậy cần phải tìm ra giải pháp mới cho tương lai trong lĩnh vực chuyển mạch.

5.1.2. Mạng chuyển mạch gói PSN (Packet Switching Network)

Một mạng chuyển mạch gói bao gồm các thành phần chính: các node mạng với các đầu cuối dạng gói PT (Packet Terminal), các bộ tập trung, các thiết bị đóng tách gói PAD kết nối các đầu cuối dị gói NPT (Non – packet Terminal) và hệ thống quản lý mạng, hình 5.3. Mỗi một thành phần trong mạng có một số đặc tính riêng của nó. Nắm được các đặc tính là điều cần thiết nhằm thực hiện ghép nối các thành phần với nhau để tạo nên mạng chuyển mạch gói.

Node mạng

Thực chất đây là những tổng đài hay thiết bị chuyển mạch gói. Các tổng đài trên thực tế như EWSP, Alcatel, XNet và một số tổng đài TPX của công ty SprintNet của Mỹ. Các node kết nối các thuê bao vào mạng, nối các đường dây trung kế. Qua đó node thực hiện các chức năng sau:

- Điều khiển các cổng đường dây;
- Truyền đưa dữ liệu người dùng;
- Chuyển đổi giao thức sử dụng trong mạng và liên kết với các mạng khác.

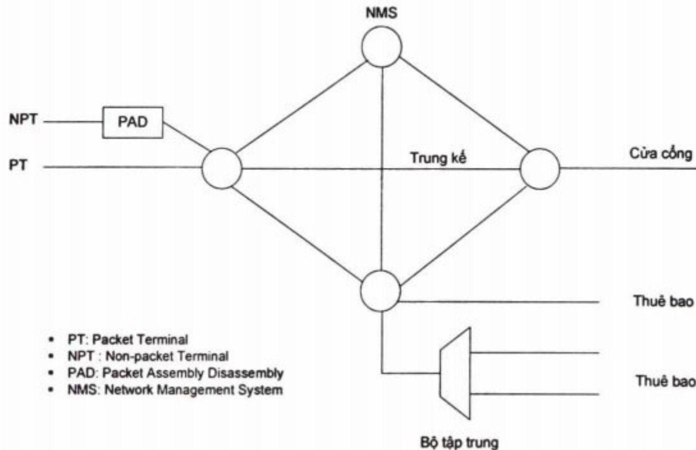
Tùy thuộc vào vị trí của node trong mạng mà một node có thể là:

- Node truy xuất cục bộ của thuê bao: cung cấp kết nối cho các thuê bao không đồng bộ (X.28), thuê bao Telex, những thuê bao và những máy chủ đồng bộ, máy chủ không đồng bộ thuê bao SNA/SDLC, hình 5.4.
- Node trung kế trung chuyển cho những node mạng khác.
- Node cửa cổng (gateway): cho phép liên lạc với mạng quốc tế và các quốc gia khác với những thuê bao đồng bộ hay bất đồng bộ của những mạng đó.

Mạng chuyển mạch gói có thể có những kết nối liên mạng như sau:

- Mạng điện thoại công cộng PSTN.
- Mạng số đa dịch vụ ISDN.
- Mạng số liệu công cộng chuyển mạch CSPDN.
- Các mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói khác.

Tốc độ đường dây cho thiết bị đầu cuối bất đồng bộ thường nhỏ hơn 19,2 Kbit/s và những đường dây cho những thiết bị đầu cuối đồng bộ có tốc độ đến 2 Mbit/s.



Hình 5.3. *Các thành phần cơ bản của mạng chuyển mạch gói.*

Các bộ tập trung

Các bộ tập trung cung cấp một giải pháp tốt để giảm giá thành khi thiết kế mạng. Bộ tập trung hạn chế thời gian trễ ở mức thấp nhất và đơn giản hóa vận hành.

Hệ thống quản lý mạng

Hệ thống quản lý mạng thực hiện chức năng điều khiển toàn bộ mạng, hệ thống này được những người điều hành mạng quản lý, vận hành và bảo dưỡng một cách hiệu quả. Đây là bộ phận trung tâm của chuyển mạch gói, bất cứ mạng nào trừ các mạng rất nhỏ đều cần có hệ thống quản lý mạng (NMS).

Giám sát sự khai thác các thành phần mạng là chức năng quan trọng nhất của hệ thống NMS, xét theo quan điểm của người quản lý. Ở điều kiện lý tưởng NMS cần phải đáp ứng nhanh khi bất cứ thiết bị nào hoặc một tuyến thông tin nào trên mạng cần quản lý. Người quản lý mạng cần được thông báo theo cả hai phương thức nghe và nhìn để nắm bắt kịp thời, chính xác các sự cố xảy ra. Ngoài ra, quản lý cấu hình mạng cũng là một trong các nhiệm vụ của NMS. Ở một số mạng, các thiết bị mạng chứa phần mềm cho phép chúng có thể khởi tạo và gọi NMS, lúc đó NMS ở xa có thể yêu cầu được đáp ứng thông tin thời gian thực với tốc độ cao hơn so với khi chỉ sử dụng một NMS.

Thiết bị PAD (Packet Assembly Disassembly)

PAD là thiết bị đóng gói và tách gói. Các PAD dùng để nối các đầu cuối NPT vào mạng chuyển mạch gói vì chúng không thể đấu nối trực tiếp vào mạng. Các đầu cuối này là các thiết bị làm việc theo phương thức ký tự. Phương thức ký tự là phương thức trong đó từng ký tự được xử lý như là một đơn vị dữ liệu truyền. Các thiết bị làm việc theo phương thức gói lại xử lý các gói như là các đơn vị dữ liệu riêng lẻ. Trên thực tế các PAD thường được sử dụng để đấu nối các thiết bị đầu cuối, các máy tính cá nhân, các máy in... Như vậy PAD có một số giao tiếp ký tự bất đồng bộ ở một phía, còn phía kia là một giao tiếp gói.

5.2. Phương thức hoạt động cơ bản của mạng chuyển mạch gói PSN

5.2.1. Khái quát

Ngay từ đầu, mạng Viễn thông chuyển mạch kênh chỉ được thiết kế để cung cấp dịch vụ đàm thoại. Khi xuất hiện các dịch vụ mới mà đặc biệt là các dịch vụ về dữ liệu, mạng chuyển mạch kênh trở nên bất tiện trong việc kết nối truyền dữ liệu giữa các thiết bị đầu cuối. Các lý do đều tập trung vào hai khuyết điểm chính như sau:

- Việc kết nối truyền nhận dữ liệu giữa thiết bị đầu cuối và máy tính chủ, nếu sử dụng mạng chuyển mạch kênh thì tỉ lệ thời gian đường dây rảnh rỗi là rất lớn, vì vậy phương pháp chuyển mạch kênh không có hiệu quả.

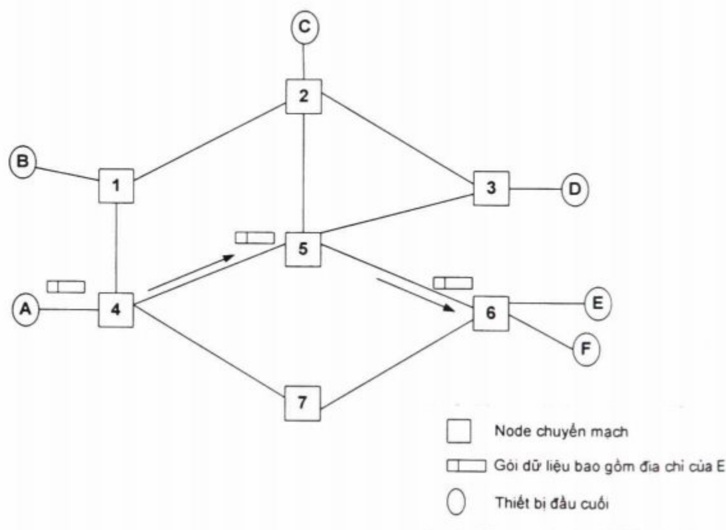
- Trong mạng chuyển mạch kênh, vấn đề kết nối chỉ phục vụ cho những thiết bị có cùng tốc độ dữ liệu nghĩa là cùng tốc độ phát và thu, điều này hạn chế việc liên kết nhiều loại máy tính chủ và thiết bị đầu cuối khác nhau.

Mạng chuyển mạch gói khắc phục được hai khuyết điểm nói trên. Để hiểu rõ hơn kỹ thuật này, chúng ta sẽ lần lượt khảo sát các khía cạnh hoạt động của nó. Trước tiên sẽ tìm hiểu các chế độ làm việc trên mạng chuyển mạch gói.

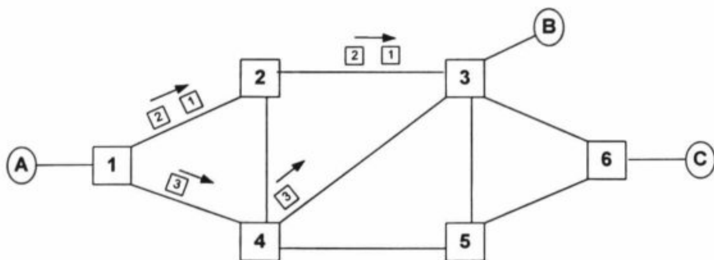
5.2.2. Các chế độ làm việc của mạng chuyển mạch gói

Trong kỹ thuật chuyển mạch gói, nguyên tắc hoạt động có thể được vắn tắt như sau: Khối dữ liệu cần phát sẽ được phân bố vào các gói nhỏ và được truyền đi trên mạng. Trong các gói này, ngoài dữ liệu còn có thêm vài tin tức điều khiển mà mạng yêu cầu để có thể định tuyến cho gói đi xuyên qua mạng đến đích. Nhằm đảm bảo việc chuyển dữ liệu đạt yêu cầu, mỗi mạng đều phải tuân thủ các chế độ làm việc nhất định. Có 2 chế độ làm việc căn bản trong mạng chuyển mạch gói, đó là chế độ không tạo cầu (Connectionless hay Datagram) và chế độ lập cầu (Virtual circuit).

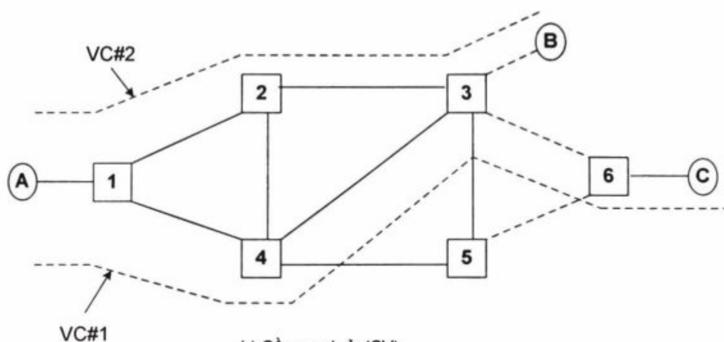
Trước khi mô tả hai chế độ hoạt động nói trên, cần xem xét hoạt động của từng gói đơn qua tham khảo hình 5.5. Giả sử dữ liệu được phát từ A tới E. A xây dựng các gói tin gồm dữ liệu và tin tức điều khiển bao gồm địa chỉ của E, trước tiên gói được gởi tới node 4, node 4 tiếp nhận lưu gói vào bộ đệm và quyết định bước kế tiếp (tới node 5), node 4 xếp gói phát trên tuyến 4-5 theo chỉ định của thủ tục định tuyến tại đây, khi tuyến đã sẵn sàng, gói được phát đến node 5, nếu node 5 hoạt động bình thường và còn khả năng, gói sẽ được tiếp nhận và tiếp tục được định hướng truyền đến node 6, cuối cùng gói cũng đến được E.



Hình 5.5. *Ví dụ một mạng PSN gồm 7 node chuyển mạch.*



a) Mạch không tạo cầu nối (datagram)



b) Cầu mạch ảo(CV)

Hình 5.6. *Hoạt động tổng quát của hai chế độ trên mạng PSN.*

Trong hoạt động theo chế độ không tạo cầu, mỗi gói sẽ được xử lý độc lập. Có nghĩa là các gói của cùng một khối thông tin có thể đến đích theo nhiều đường khác nhau. Chúng ta sẽ xem xét chế độ này trên hình 5.6a. Giả sử trạm A có bản tin gồm 3 gói gởi tới B. Nó phát nhanh các gói 1,2,3 tới node 1. Mỗi gói sẽ được node 1 xử lý định tuyến như sau: node 1 hướng gói 1 đến node 2 vì thấy giá (cost) ngắn hơn giá tới node 4, tương tự gói 2 cũng được chuyển qua node 2, nhưng đến gói 3 thì node 1 nhận thấy rằng vào thời điểm này xếp nó theo node 4 là tuyến có giá ngắn nhất, vì thế node 1 truyền gói 3 đến

node 4. Vậy các gói với địa chỉ đích giống nhau nhưng không đi theo 1 hướng giống nhau, mặt khác gói 3 có thể đến node 3 trước gói 2. Do đó thứ tự gói đến B đã khác trước. Nhiệm vụ của B là phải sắp xếp lại trật tự của chúng. Trong chế độ này, mỗi gói được xử lý truyền một cách độc lập nên còn được gọi là datagram.

Với chế độ lập cầu (virtual circuit), một đường nối logic phải được thiết lập trước khi các gói được gởi đi. Ví dụ như A có một hoặc nhiều bản tin được gởi tới B, đầu tiên nó gởi *gói yêu cầu gọi* đến node 4, node 4 quyết định chuyển yêu cầu và tất cả dữ liệu tạm thời tới node 2, node 2 chuyển tất cả tới node 3. Node 3 chuyển *gói yêu cầu gọi* đến B, nếu B *chấp nhận kết nối* cuộc gọi thì nó sẽ gởi gói chấp nhận đến node 3 và gói này được phát tiếp qua node 2, node 1 rồi tới A. Host A và Host B có thể trao đổi dữ liệu trên đường kết nối logic đã được thiết lập, đường nối logic này thường được gọi là cầu ảo. Mỗi node trên cầu ảo được thiết lập sẽ biết nơi đến để hướng dẫn gói như thế nào. Vì vậy mỗi gói dữ liệu từ A qua node 1,2,3 và mỗi gói dữ liệu từ B qua node 3,2,1. Bất kỳ lúc nào một trong hai trạm ở hai đầu đều có thể xóa đường kết nối bằng một gói yêu cầu xóa (sau khi đã hoàn tất việc truyền). Mỗi trạm có thể có nhiều hơn một cầu đến bất cứ một trạm nào khác và cũng có nhiều cầu ảo đến từ nhiều trạm (hình 5.6.b). Đặc điểm chính của chế độ tạo cầu là sự định tuyến giữa các trạm được thiết lập trước để chuyển dữ liệu. Mỗi gói được đệm tại mỗi node, và được sắp xếp truyền trên đường dây. Sự khác biệt so với chế độ datagram là các node không cần phải định tuyến cho mỗi gói tin. Nó chỉ làm một lần cho mỗi một cuộc nối. Hình 5.6 minh họa một so sánh giữa hai chế độ hoạt động nói trên.

Nếu hai host muốn trao đổi dữ liệu trong một thời gian dài thì sử dụng chế độ lập cầu chắc chắn có lợi hơn. Phương thức lập cầu có thể cung cấp một số dịch vụ bao gồm *đánh số thứ tự, kiểm soát lỗi, điều khiển dòng*. Nói "có thể" bởi vì không phải tất cả các phương tiện tạo cầu đều cung cấp tất cả các dịch vụ này hoàn toàn tin cậy. Đánh số thứ tự để các gói đến trong một trật tự ban đầu.

Kiểm soát lỗi không chỉ để đảm bảo gói đến trong một trật tự thích hợp mà còn chính xác. Ví dụ nếu gói đến node 3 trong thứ tự bị sai hoặc đến với lỗi thì node 3 có thể yêu cầu phát lại gói đó từ node 1.

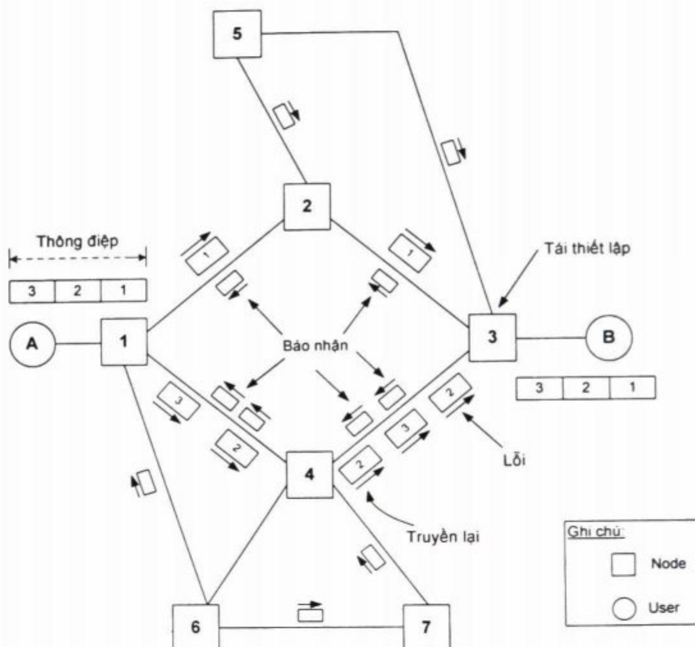
Điều khiển dòng là một kỹ thuật nhằm đảm bảo rằng nơi gởi không làm tràn ngập dữ liệu nơi nhận. Ví dụ như nếu trạm B đang đệm dữ liệu từ A gửi đến và nhận thấy sắp hết không gian đệm, ngay tức thời nó gửi báo hiệu thông qua phương tiện tạo cầu yêu cầu A ngưng phát cho đến khi có thông báo mới.

5.2.3. Những sự cố và chiến lược khắc phục

Hình 5.7 minh họa một phần của một mạng chuyển mạch gói, trong đó host A là thuê bao gắn vào node chuyển mạch 1, host B là thuê bao gắn vào node chuyển mạch 2. Giả sử A gởi bản tin gồm 3 gói tin tới B tập trung trên các node chuyển mạch 1, 2, 3, 4. Điều quan trọng cần phải biết là cũng có rất nhiều gói tin của các thuê bao khác đang di chuyển trong mạng.

a. Quá trình phát tin cơ bản

Dòng thông tin được truyền đi như sau: thuê bao A gởi gói tin thứ nhất đến node chuyển mạch 1, khi node này nhận được gói thì theo luật định tuyến nó sẽ phát gói tin đến đích bằng cách gửi ngang qua node 2. Trong lúc gói tin thứ 2 đang di chuyển từ thuê bao A đến node 1 thì trạng thái trong mạng đã thay đổi (ví dụ có 1 dòng tin với lưu lượng lớn đang di chuyển từ node 5 đến node 2), vì thế gói tin thứ 2 từ thuê bao A đến thuê bao B được định tuyến qua node 4, gói tin thứ 3 cũng đến node 1 ngay sau gói tin thứ 2 và được định tuyến qua node 4 (giống gói tin 2). Sau khi node 4 đã nhận đầy đủ và chính xác, gói tin thứ 2 được gởi tới đích là node 3. Tuy nhiên, trong khi truyền gói 2 có một lỗi xảy ra. Khi node 3 nhận gói tin thứ 2, cơ cấu phát hiện lỗi tìm ra lỗi và yêu cầu phát lại gói tin thứ 2. Trong khi tiến trình khắc phục lỗi diễn ra, gói thứ 3 vẫn được chuyển bình thường và đến node 3, do đó gói tin thứ 2 phát lại đến sau gói tin thứ 3 tại node 3. Như vậy, tại B thứ tự các gói đã bị thay đổi khác với trật tự gởi từ A.



Hình 5.7. *Sự hoạt động cơ bản của mạng chuyển mạch gói.*

Định thứ tự gói

Kiểu hoạt động giữ và chuyển tiếp (hold and forward) có thời gian trễ khác nhau ở các tuyến khác nhau có thể làm cho các gói tin nhận không theo thứ tự thích hợp. Để khắc phục vấn đề này, trong các gói tin phải được gắn vào một chỉ số thứ tự bên cạnh thông tin thành phần của khối tin ban đầu trước khi bắt đầu phát qua mạng. Quá trình tập hợp gói tin và sắp xếp cho đúng được thực hiện tại node cuối. Node cuối trong trường hợp ở vị trí trên là node 3, sử dụng thông tin thứ tự gói xuyên qua mạng cùng với thông tin người dùng để sắp xếp các gói tin lại cho đúng thứ tự ban đầu trước khi chuyển giao cho host đích (B).

Các báo nhận (acknowledgements)

Một số báo nhận được minh họa trong hình 5.7 di chuyển theo những tuyến khác nhau và ngược hướng với những gói tin trong mạng. Gói báo nhận này là điều đảm bảo chủ yếu cho sự trọn vẹn và chính xác của dữ liệu phát.

Bất cứ gói tin nào được nhận một cách chính xác thì ngay tức khắc nó sẽ được thông báo trở lại nơi gửi bằng một gói báo nhận. Có hai loại báo nhận, loại báo nhận thứ nhất có ý nghĩa thông báo nhận thành công như đã nói. Loại thứ hai là một báo nhận với ý nghĩa đề nghị truyền lại vì việc truyền/nhận đã bị lỗi, khi node nhận một gói, trước hết nó sẽ tiến hành kiểm tra, nếu thấy lỗi sẽ gửi ngay yêu cầu truyền lại đến node truyền. Bằng cách này, các node chuyển mạch biết được mình đã truyền gói tới node liên kết thành công hay không. Trong quá trình truyền gói tới node kế, nếu báo nhận không được nhận trong một khoảng thời gian qui định (time out) thì node truyền nghĩ rằng gói tin đã bị lỗi và có nhiệm vụ phát lại gói tin đó.

b. Các lỗi

Định thứ tự gói là một trong các nhiệm vụ của một giao thức mạng, rất cần thiết trong quá trình xác định trật tự gói nhằm khắc phục sự sai thứ tự gói nói trên. Ngoài ra, còn có hai vấn đề khá nghiêm trọng cũng xuất phát từ hoạt động cơ bản của mạng chuyển mạch gói, đó là khả năng không phát hiện được sự mất gói và sự nhân đôi gói khi muốn truyền thành công.

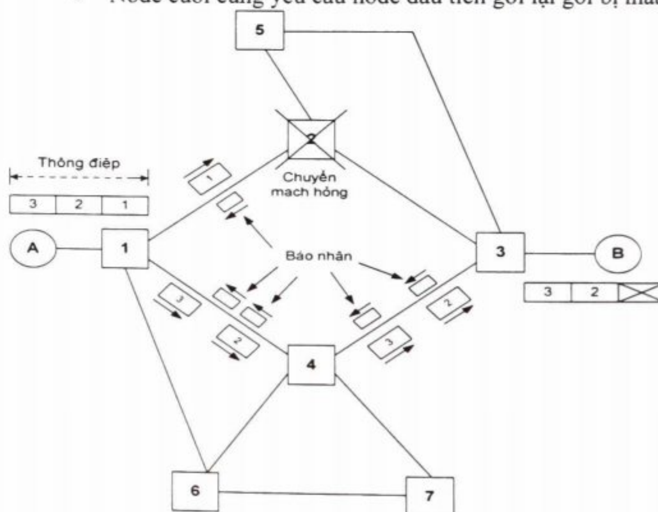
Gói tin bị mất

Sự thất thoát một gói tin có thể làm cho một cuộc nối không thể thiết lập được trong chế độ lập cầu (virtual circuit) hay không đảm bảo độ an toàn dữ liệu theo yêu cầu trên một mạng chuyển mạch gói. Khả năng xảy ra mất gói là có thể, tiềm ẩn ngay trong hoạt đông căn bản của mạng. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải phát hiện được tình huống để đề ra hướng khắc phục. Sau đây là một ví dụ về tình huống gây mất gói tin.

Theo hình 5.8, thuê bao A gởi gói tin thứ nhất qua node 2, node 2 nhận gói tin này chính xác và ngay sau đó báo nhận cho gói tin này. Tuy nhiên, trước khi gói tin thứ nhất được gởi từ node 2 qua node 3 thì node 2 bị trục trặc, ở node 1, sau khi nhận được báo nhận của gói thứ nhất sẽ không còn quan tâm đến gói tin này nữa và kế hoạch định tuyến thay đổi để tránh node hư số 2. Gói tin thứ 2 và thứ 3 vì thế được định tuyến đến node 4 rồi đến node 3. Kết quả gói tin thứ nhất đã bị mất vì node 2 bị hư trước khi nó có cơ hội gởi gói 1 đến node 3. Vì vậy thuê bao B chỉ nhận được gói tin thứ 2 và 3.

Có nhiều cách để khắc phục vấn đề này, ví dụ như:

- Node nhận sẽ gởi báo nhận cho node gởi khi đã chuyển tiếp đến node kế.
- Trách nhiệm cuối cùng của gói tin thuộc vào node đầu tiên phát đi, như dịch vụ D bit trong X25.
- Node cuối cùng yêu cầu node đầu tiên gởi lại gói bị mất.



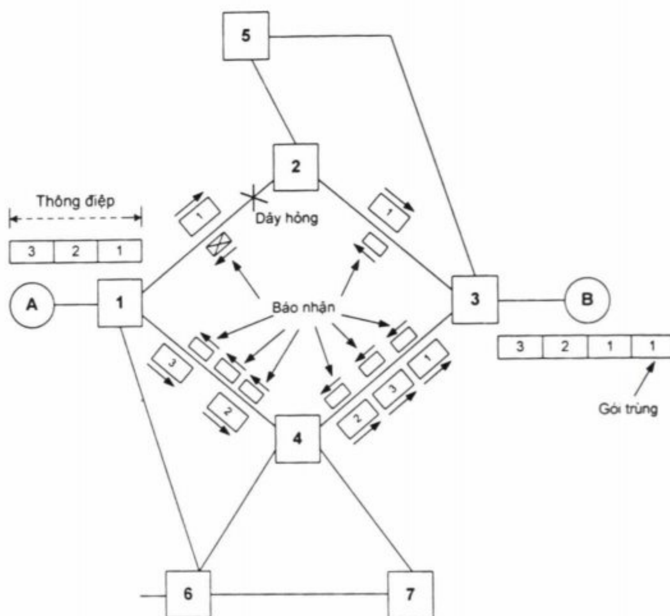
Hình 5.8. *Mạng chuyển mạch gói có node chuyển mạch bị hỏng: sự mất gói tin.*

Nhân đôi gói tin

Hiện tượng nhân đôi gói cũng gây ra sự phiền hà cho các node chuyển mạch, nhất là cùng một lúc có hai hay nhiều đối tượng giống hệt nhau trong dữ liệu được xử lý bởi các phần mềm tổng đài. Ngoài ra, sự nhân đôi gói cũng ảnh hưởng xấu đến độ chính xác dữ liệu nhận. Khả năng xảy ra hiện tượng này cũng không phải ít. Sau đây là một ví dụ về tình huống dẫn đến sự nhân đôi gói.

Xem hình 5.9, gói tin được định tuyến qua node 2, gói tin này xem như được nhận chính xác tại node 2 và node này gởi báo nhận cho node 1, nhưng trước khi báo nhận gởi lại thì tuyến giữa node 2 và node 1 bị hư, vậy báo nhận gói thứ nhất bị mất mà node 2 không hề biết. Node 1 không nhận được báo nhận trong thời gian qui định (timeout) sẽ phát lại gói 1 cùng với gói tin thứ 2 và 3 đến node 4.

Nhưng thật ra gói thứ nhất đã được nhận hoàn hảo tại node 2. Vì báo nhận bị mất mà cả node 1 và node 2 đều không hay biết điều này, nên node 2 tiếp tục chuyển gói tin thứ 1 đến đích và gói tin này cũng được phát lại từ node 1. Cả hai gói 1 đến đích cùng với gói tin thứ 2 và 3. Vậy có sự lặp lại gói 1 tại thuê bao B. Để tránh vấn đề này, có thể xây dựng một thủ tục nhận dạng xem gói vừa nhận đã có hay chưa, nếu có thực hiện xóa bớt đi một. Cách thứ 2 là có thể xây dựng cơ cấu báo nhận cho báo nhận. Nhờ vào cơ cấu này mà node 2 biết được báo nhận đã bị mất và sẽ không copy gói 1 lên tuyến 2 – 3. Tuy nhiên, cơ cấu này sẽ làm cho tải trên mạng trở nên nặng nề, hiệu suất mạng giảm xuống. Với cách thứ nhất, rõ ràng việc xử lý tại mỗi node chuyển mạch sẽ lâu hơn, thời gian trì hoãn truyền lớn hơn vì phải kiểm tra và so trùng từng gói một. Tuy nhiên, cũng có thể giao nhiệm vụ này cho host đích để giảm bớt thời gian xử lý tại mỗi node.



Hình 5.9. *Mạng chuyển mạch gói có đường dây bị hỏng: hiện tượng nhân đôi gói.*

5.3. Đóng gói thông tin

5.3.1. Cấu trúc gói

Để khắc phục các lỗi và truyền nhận chính xác cần có sự phối hợp với các chiến lược quản lý toàn cục, mỗi gói tin vì thế phải chứa các thông tin hỗ trợ, phần thông tin hỗ trợ này được gọi là *thông tin dẫn đường* (overhead). Overhead có những dạng khác nhau tùy thuộc vào kiểu mạng và kỹ thuật được dùng.

Overhead tồn tại dưới 2 dạng cơ bản: dạng kết hợp vào mỗi gói người dùng (user) và dạng gói chuyên xác nhận hoặc chuyên điều khiển.

Bản tin hoặc tin tức quản lý của thuê bao có chiều dài L tùy ý khoảng từ vài bit đến vài triệu bit. Hệ điều hành trong các mạng chuyển mạch gói không có khả năng hoặc không thuật lợi để phát hết bản tin có chiều dài tùy ý L trong một lần. Tùy vào giao thức, nhưng tổng quát với góc độ nhìn là mặt cắt giao tiếp người dùng mạng (user network), sẽ chia bản tin lớn L thành các đơn vị nhỏ có chiều dài tối đa là M gọi chung là segment. Bên trong mạng, trên các đường dây các node trao đổi với nhau các đơn vị nhỏ được chia từ segment gọi là gói (packet) có chiều dài tối đa N bit. Tùy theo thiết kế giao thức mạng mà giá trị M và N có thể bằng nhau hoặc M>N. Dĩ nhiên tin tức người dùng có chiều dài L tùy ý.

Biểu diễn toán học: $L \geq M \geq N$

Nếu thủ tục mạng qui định M = N, thủ tục mạng thuộc lớp giao thức có một gói tin trong một segment (single–packet–per – segment). Nghĩa là mỗi segment chỉ chứa một gói tin và các node mạng không cần chia gói trên segment đến từ host.

Nếu M > N, có thủ tục nhiều gói tin trên một segment, mỗi segment người dùng có chiều dài M, khi đến mạng được các nút chia thành những gói tin có chiều dài N.

Thủ tục một gói tin trên một segment được sử dụng phổ biến trong mạng hoạt động datagram hay trên các lớp logic làm việc theo chế độ datagram.

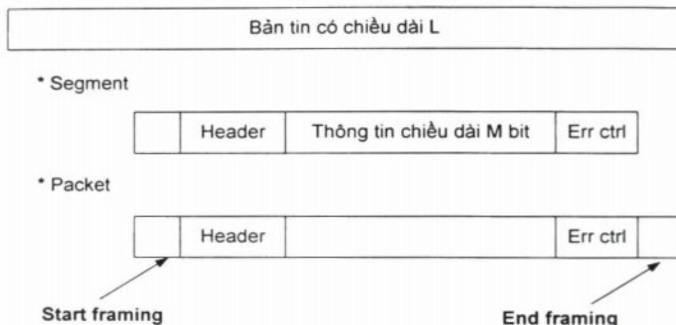
Thủ tục nhiều gói tin trên một segment thường sử dụng trong mạng hoạt động theo chế độ cầu ảo (Virtual Circuit).

Trong bất cứ trường hợp nào, đơn vị dữ liệu mà thuê bao sử dụng để giao tiếp với node chuyển mạch trong mạng là các segment, trong khi đó giao tiếp giữa các node chuyển mạch là các gói tin. Tin tức

chứa trong các gói tin và các segment có thể giống hoặc không giống nhau tùy thuộc vào giao thức đang sử dụng.

Thông tin của giao thức (Protocol Information)

Từ hình 5.10, ta thấy rằng segment thông tin của người dùng bao gồm ba vùng cơ bản, đó là vùng leader, vùng thông tin, và vùng kiểm soát lỗi (error control).



Hình 5.10. *Cấu trúc phần tiêu đề tổng quát của chuyển mạch gói.*

Leader chứa địa chỉ nơi đến cùng với tin tức điều khiển được mạng yêu cầu, ví dụ như là chỉ số thứ tự của segment, chỉ số kênh logic được dùng, đích đến của segment đầu hoặc cuối, và kích thước vùng thông tin.

Các gói tin gồm các vùng header, thông tin, khối điều khiển lỗi (error control) và mã đánh dấu đầu và kết thúc gói tin (start framing và end framing). Header chứa các thông tin giống như leader nhưng là những thông tin thuộc tính của gói trong một segment, cùng với các tin tức khác mà node cần để điều khiển sự di chuyển các gói xuyên qua mạng. Ví dụ như địa chỉ nguồn, chỉ số thứ tự gói tin và khối điều khiển (để ngăn ngừa việc looping, mất hoặc nhân đôi gói).

Vùng kiểm soát lỗi dùng nguyên lý mã hóa toán học cho phép các node nhận ra nếu bất cứ bit nào hoặc nhóm bit nào bị lỗi. Quá

trình kiểm soát lỗi là một phần của thủ tục điều hành. Trong thực tế thường dùng mã CRC được trình bày ở mục dưới đây.

5.3.2. Phương pháp kiểm tra sai CRC (Cyclic Redundancy Check)

a. Giới thiệu

Trong vùng kiểm tra của gói tin chứa các thông tin phục vụ công tác kiểm soát lỗi, các thông tin này được tạo ra tùy thuộc vào từng phương pháp. Một trong những phương pháp thường được dùng là CRC (Cyclic Redundancy Check).

Ở phương pháp CRC, các bit của khối dữ liệu được dịch trái lần lượt và chia cho một giá trị số nhị phân, xác định bằng phép toán module 2. Kết quả phần dư của phép chia chính là giá trị CRC và được dùng làm BCC trong phương thức truyền đồng bộ. Ở đầu thu sẽ thực hiện phép chia tương tự đối với thông tin và so sánh phần dư của phép chia với giá trị BCC thu được, nếu giống nhau là không có sai. Mã CRC thường dài từ 12 đến 32 bits.

Nếu dùng phương pháp CRC với thủ tục tự động truyền lại (ARQ – Automatic Repeat Request) có thể giảm tốc độ bit sai (BER) rất nhiều. Ví dụ với 16 bit CRC cho phép chỉ có 1 bit sai không phát hiện được trong 10^{14} bit truyền (BER = 1.10^{-14}).

b. Cách tính CRC

Các bit dữ liệu sẽ được mô phỏng thành một đa thức theo trình tự truyền, ví dụ chuỗi bit truyền là 110101 thì ta có đa thức:

$$M(x) = (1).x^5 + (1)x^4 + (0)x^3 + (1)x^2 + (0)x^1 + (1)x^0 = x^5 + x^4 + x^2 + 1$$

Giả sử số bit CRC là C, ta sẽ chọn một đa thức bất kỳ G(x) có bậc C, ví dụ C=3, chọn $G(x) = x^3 + 1$

Sau đó lần lượt thực hiện các phép tính sau:

Nhân M(x) cho xc xc.M(x) = x8 + x7 + x5 + x3

Chia $x^c.M(x)$ cho $G(x)$ ta sẽ có kết quả là $Q(x)$ với phần dư là $R(x)$

$$x^c.M(x)/G(x) = Q(x) + R(x)/G(x)$$

Theo ví dụ trên ta sẽ có:

$$Q(x) = x^5 + x^4 + x^2 + 1$$

$$R(x) = x + 1$$

Tính đa thức $T(x) = x^c.M(x) + R(x)$

$$M(x) = (1).x^5 + (1)x^4 + (0)x^3 + (1)x^2 + (0)x^1 + (1)x^0 = x^5 + x^4 + x^2 + 1$$

$$T(x) = = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x + 1$$

Đổi từ $T(x)$ trở lại chuỗi bit theo nguyên tắc tương tự, kết quả chính là chuỗi bit truyền với các bit sau cùng là CRC.

Chuỗi bit truyền 110101011

Ở đầu cuối sau khi nhận được chuỗi bit đổi lại $T(x)$ và dùng phép toán module 2 chia cho $G(x)$, nếu phần dư là 0 thì dữ liệu nhận không sai, khác không thì sai. Có thể dễ dàng chứng minh được.

Thật vậy $T(x) = x^c M(x) + R(x)$

Và $x^c . M(x)/G(x) = Q(x) + R(x)/G(x)$

$$\Rightarrow T(x)/G(x) = Q(x) + R(x)/G(x) + R(x)/G(x)$$

$$= Q(x) + (1+1) R(x)/G(x)$$

Vì đối với phép toán module 2 thì $1+1 = 0$ nên $T(x)/G(x) = Q(x)$

Hay $R(x) = 0$, vậy phép chia $T(x)$ cho $G(x)$ không có dư.

Đa thức $G(x)$ còn gọi là đa thức sinh và có bốn đa thức thông dụng sau:

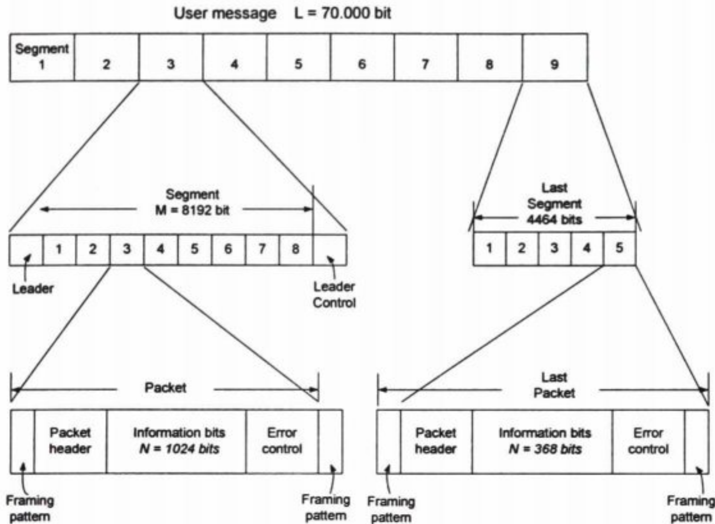
1 – C =12 $X^{12} + X^{11} + X^3 + X + 1$

2 – C =16 $X^{16} + X^{15} + X^5 + 1$

3 – C =16 $X^{16} + X^{12} + X^3 + 1$

4 – C =32 $X^{32} + X^{26} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^8 + X^4 + X^2 + X + 1$

5.3.3. Kích thước gói



Hình 5.11. *Sự chia bản tin thành cấu trúc segment và gói.*

Tổng số tin tức chứa trong leader của segment và header của packet là đáng kể. Đặc biệt nếu có tổng số 256 bit thông tin overhead được yêu cầu trong một gói kích thước N bằng 1000 bit thì lượng overhead chiếm đến 25 % tổng dữ liệu được được phát. Điều này cho thấy rằng có 25 % dung lượng xuyên mạng không có giá trị trong việc giao tiếp giữa các người dùng với nhau. Vì vậy tỉ lệ phần trăm của overhead liên quan đến việc so sánh hiệu quả của các kỹ thuật chuyển mạch.

Một ví dụ về cấu trúc overhead: bản tin người dùng có:

$$L = 70.000 \text{ bit}, M = 8192 \text{ bit}, N = 1024 \text{ bit}$$

Ta có: $L = 8.\ M + 4464$ mà $M = 8\ N$.

Trên hình 5.11 mô tả cấu trúc cơ bản của bản tin này, bản tin được chia làm 9 segment, mỗi segment trong 8 segment đầu được làm đầy với 8192 bit và 4464 bit còn lại ở trong segment thứ 9. Mỗi segment trong 8 segment đầu chia thành 8 gói, mỗi gói 1024 bit. Segment thứ 9 được chia thành 5 gói trong đó 4 gói đầu chứa 1024 bit còn gói thứ 5 chứa 368 bit còn lại.

Hình 5.12. *So sánh thời gian truyền giữa ba cách chia.*

Tỉ lệ của overhead trong gói còn là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian truyền. Đây là vấn đề được đặt ra và xem xét khi chọn kích thước cho gói tin. Để tiếp cận vấn đề này hãy tham khảo ví dụ ở hình 5.12.

Trong hình 5.12 giả sử có một cầu ảo từ X đến Y thông qua 2 node a và b. Giả sử bản tin truyền bao gồm 30 byte, mỗi gói có 3 byte thông tin điều khiển; thông tin điều khiển được đặt đầu mỗi gói và gọi là header. Toàn bộ thông báo gửi dưới dạng một gói đơn 33 byte. Đầu tiên gói được truyền từ X đến a. Khi tất cả dữ liệu đã đến a thì mới chuyển tiếp đến b và cứ thế cho đến Y. Tổng thời gian truyền tại mỗi node thành ra 99 byte.

Giả sử phân thành 2 gói, mỗi gói 15 byte và dĩ nhiên mỗi gói phải thêm vào 3 byte header. Trong trường hợp này a sẽ truyền gói đầu tiên khi đã nhận đầy đủ gói này mà không cần chờ nhận hết gói 2. Và vì vậy thời gian truyền tại mỗi node chỉ còn là thời gian truyền 72 byte. Nếu chia 5 gói thì thời gian chỉ còn là 63 byte. Tuy nhiên nếu tăng gói quá nhiều thì thời gian lại gia tăng bởi vì mỗi gói chứa một lượng header không đổi và nhiều gói có nghĩa là nhiều header dẫn đến hiệu suất thông tin giảm và thời gian truyền lại gia tăng trở lại. Do đó trong thiết kế gói cần xem xét kỹ các yếu tố trên.

5.4. Kỹ thuật ghép kênh trong mạng chuyển mạch gói

5.4.1. Sơ lược về kỹ thuật STDM (Statistical Time – Division Multiplexing)

a. Đặc tính

Trong kỹ thuật TDM đồng bộ, có nhiều khe thời gian trong một khung bị lãng phí. Một ứng dụng tiêu biểu của TDM đồng bộ có liên quan đến việc liên kết một số các đầu cuối đến một cổng máy tính chủ chia sẻ thông tin. Ngay cả khi tất cả các đầu cuối đang trong trạng thái

hoạt động, hầu hết thời gian là không có dữ liệu truyền tại bất kỳ một đầu cuối đặc biệt nào đó.

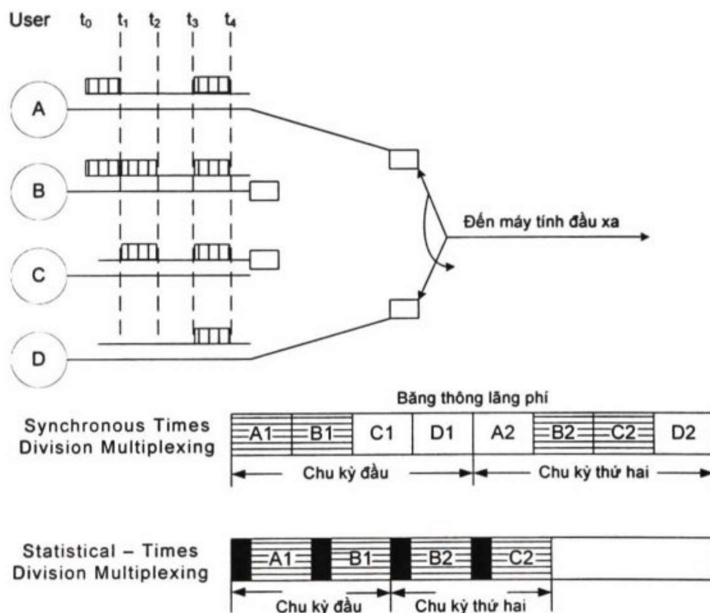
Kỹ thuật TDM bất đồng bộ hay còn gọi là ghép kênh phân thời thống kê statistical TDM. Phương pháp ghép kênh này khai thác đặc tính chung nhất của truyền dữ liệu bằng cách phân phối các khe thời gian một cách linh động theo yêu cầu. Cũng giống như TDM đồng bộ, TDM bất đồng bộ cũng có một số các đường vào ra I/O trên một mặt và một đường ghép kênh tốc độ cao trên mặt kia. Mỗi đường xuất nhập có một bộ đệm (buffer) riêng. Trong trường hợp ghép kênh thống kê có n đường I/O nhưng chỉ có K < n khe thời gian trong một khung TDM. Để nhập dữ liệu, các buffer được quét và dữ liệu được nhập cho đến khi khung (frame) được làm đầy, sau đó sẽ truyền đi. Tại đầu kia, bộ ghép kênh nhận một frame và phân phối các khe dữ liệu vào các bộ đệm xuất thích hợp.

Vì ghép kênh thống kê lợi dụng điều thực tế thường xảy ra là các người dùng không truyền dữ liệu trong tất cả thời gian, nên tốc độ trên đường ghép kênh được thiết kế nhỏ hơn tổng tốc độ của các đường vào. Nhờ đó số đầu vào tăng hơn so với bộ ghép kênh TDM có cùng tốc độ.

Trên hình 5.13 mô tả 4 nguồn dữ liệu, và dữ liệu tạo ra trong 4 mốc thời gian t0, t1, t2, t3. Trong trường hợp TDM đồng bộ, tốc độ trên đường ghép kênh phải bằng bốn lần. Trong suốt các khoảng thời gian, dữ liệu được lấy tuần tự từ tất cả bốn nguồn và gởi đi. Ví dụ trong khoảng thời gian thứ nhất, nguồn C và D không có dữ liệu, do đó 2 trong 4 khe thời gian được truyền đi là rỗng.

Ngược lại trong kỹ thuật TDM bất đồng bộ không gởi các khe trống đi (vì không có dữ liệu). Do đó trong khoảng thời gian thứ nhất (frame thứ nhất) chỉ có khe thời gian của A và B là được gởi đi.

Tuy nhiên ý nghĩa vị trí của các khe thì bị mất, không biết thời gian đầu của nguồn dữ liệu sẽ ở tại khe nào, vì không biết trước dữ liệu đến từ đâu và được phân phối vào đâu nên thông tin về địa chỉ phải được sử dụng. Do đó có nhiều overhead trong khe.



Hình 5.13. *TDM đồng bộ ngược với TDM thống kê.*

Flag	Address	Control	Statistical TDM Sub frame	FCS	Flag

a) Khung tổng quát

Address	Data

b) Một nguồn trong một khung

Address	Length	Data	.....	Address	Length	Data

c) Nhiều nguồn trong một khung

Hình 5.14. *Các dạng khung của TDM thống kê.*

Cấu trúc khung được dùng có liên quan đến hoạt động. Rõ ràng cần tối thiểu overhead để tăng hiệu suất đường truyền. Thông thường, một hệ thống TDM thống kê sẽ dùng một giao thức như HDLC. Trong khung HDLC, khung dữ liệu phải chứa bit điều khiển hoạt động ghép kênh. Hình 5.14 trình bày hai dạng khung có thể:

- Dạng 1 chỉ một nguồn dữ liệu bao gồm trong một khung (a). Nguồn này được nhận dạng bởi một địa chỉ. Chiều dài của vùng dữ liệu thì thay đổi và kết thúc được đánh dấu bởi mã cuối của toàn bộ khung. Dạng này chỉ hữu hiệu cho tải nhẹ.
- Dạng 2 cho phép nhiều nguồn trong một khung đơn, nên cần chỉ ra chiều dài cho mỗi nguồn. Do đó các khung con TDM thống kê bao gồm một tuần tự các vùng dữ liệu, mỗi tuần tự được xác định bằng một vùng địa chỉ và một vùng chiều dài.

b. Khảo sát hoạt động

Tốc độ dữ liệu ở lối ra nhỏ hơn tổng tốc độ dữ liệu ở lối vào, bởi vì có thể đoán được trung bình số đầu vào nhỏ hơn hoặc bằng khả

năng ghép kênh của đường truyền. Tuy nhiên, điều trở ngại là trong khi có thể tốc độ trung bình ngõ nhập nhỏ hơn khả năng ghép kênh nhưng cũng có khi đạt cao điểm khi tổng lối vào lớn hơn khả năng ghép kênh. Để giải quyết vấn đề này bộ đệm được dùng để lưu giữ tạm thời khi lối vào ở trạng thái cao điểm. Luôn mong muốn bộ đệm càng nhỏ và tốc độ xử lý dữ liệu chỉ cần vừa phải, nhưng cái này nhỏ thì cái kia phải tăng. Càng nhiều bộ đệm thì thời gian trì hoãn càng lớn. Do đó hai yếu tố cần so sánh là thời gian đáp ứng của hệ thống và tốc độ của đường ghép kênh.

Gọi N: Số nguồn lối vào

R: Tốc độ của mỗi nguồn bps

M: Tốc độ tối đa của đường ghép kênh bps

α: Tỉ lệ thời gian mà một nguồn đã truyền.

Ta có: $0 < \alpha < 1$

Đặt $K = M/NR$: tỉ lệ giữa tốc độ tối đa của đường truyền và tổng tốc độ lối vào ở mức tối đa. K là tham số biểu thị khả năng nén dữ liệu.

Ví dụ: Nếu M là tốc độ tối đa của đường dây và K = 0,25 thì số đầu vào ở TDM bất đồng bộ gấp 4 lần TDM đồng bộ (cùng M).

Ta có: $\alpha \leq K \leq 1$

Nếu $\alpha > K$ tức là $N' > N$ thì quá tải. Gọi tổng của trung bình tốc độ đầu vào là $\lambda = \alpha NR$. Gọi S là thời gian truyền 1 bit: $S = 1/M$.

Đặt $\rho = \lambda S = \alpha N R/M = \alpha / K = \lambda / M$

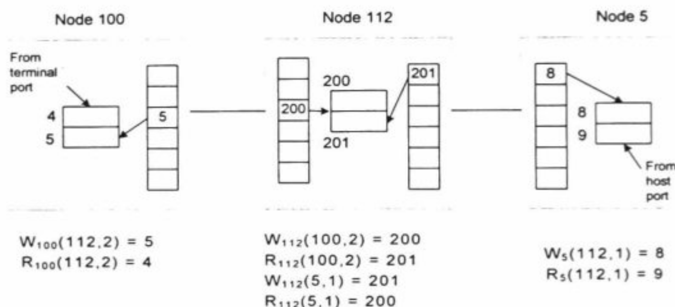
ρ biểu thị tỉ lệ sử dụng tổng dung lượng của đường truyền.

Nếu M = 50 Kbps và $\rho = 0,5$ thì tải hiện hành là 25 Kbps.

Gọi q là kích thước vùng đệm, t_q là thời gian trễ. Quan hệ giữa q và ρ cũng như giữa t_q và ρ được cho bởi nhà chế tạo.

5.4.2. Hoạt động ghép kênh trên mạch ảo ở mạng TYMNET

Mạng TYMNET dùng chế độ mạch ảo (virtual circuit) cả trong và ngoài mạng cơ bản dựa trên kỹ thuật ghép kênh gói. Dữ liệu từ các trạm được đệm vào các bộ đệm node dọc theo tuyến đã định. Một gói đơn được truyền giữa hai node có thể chứa dữ liệu của nhiều cầu nối ảo. Mỗi node được trang bị một bộ nhiều bộ đệm (buffer). Mỗi node gồm một số vectơ chỉ số. Một liên kết với node kế tiếp được chỉ định bởi một đôi vectơ.



Hình 5.15. *Một mạch ảo trong TYMNET.*

Mỗi một thành phần liên kết hỗ trợ cho một số không đổi các kênh. Dùng kỹ thuật ghép kênh TDM thống kê.

R_n (L,C) = Vectơ đọc của node n cho kênh C của liên kết L.

W_n (L,C) = Vectơ ghi của node n cho kênh C của liên kết L.

Ví dụ:

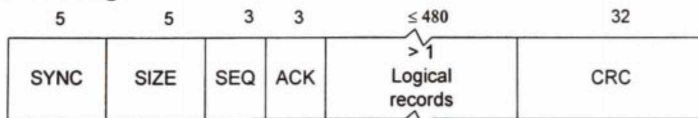
Dùng các véctơ này để xây dựng một mạch ảo giữa đầu cuối của node 100 và một host của node 5, hình 5.15.

Dữ liệu từ đầu cuối được giữ trong buffer 4 của node 100. node này đặt R_{100} (112,2) = 4, do đó node sẽ đọc dữ liệu từ buffer 4 của node 100 để truyền lên kênh 2 đến node 112. Tại node 112 có W_{112} (100,2) = 200, ra lệnh cho node này lưu giữ dữ liệu trên kênh 2 đến từ

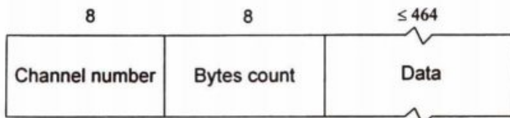
node 100 vào bộ đệm 200. Các dữ liệu này sau đó được truyền đến node 5 trên kênh 1. Cuối cùng dữ liệu được đặt vào buffer 8 của node 5 rồi cung cấp cho host.

Sự phân phối các buffer và các kênh vào một mạch ảo được thực hiện bởi node trung tâm gọi là supervisor. Các node không cần phải biết toàn bộ mạch ảo. Chúng chỉ cần theo dõi sự phân phối kênh hay vùng đệm là đủ.

Dữ liệu được truyền giữa các liên kết trong khung (frame), dùng khuôn dạng ở hình 5.16. Thực hiện truyền theo nghi thức đồng bộ hướng ký tự, dùng 3 bit đánh số tuần tự và 3 bit ACK. Mỗi frame chứa một hay nhiều gói dữ liệu và mỗi gói chứa đựng dữ liệu cho một kênh. Chú ý rằng có sự giống nhau giữa hình 5.16 và hình 5.14; rõ ràng thông tin giữa các node hình thành một liên kết TDM thống kê. Mỗi bản ghi (record) vật lý được thành lập bằng cách nhặt dữ liệu từ các kênh khác nhau dùng véctơ đọc. Tại đích các bản ghi vật lý được mở ra và đổ các gói vào các buffer bởi véc tơ ghi. Các dữ liệu đến trên cùng một liên kết, có thể được tỏa ra trên nhiều liên kết dựa vào thủ tục định tuyến của node. Kỹ thuật này rất giống với ghép kênh thống kê đã nói ở trên. Điểm mạnh của kỹ thuật này là ở định tuyến và điều khiển luồng.



a) Record vật lý



a) Record logic

Hình 5.16. *Dạng khung liên kết node của TYMNET.*

5.5. Định tuyến trong mạng PSN

5.5.1. Giới thiệu

Định tuyến là một trong các công tác quan trọng của mỗi chuyển mạch trong mạng chuyển mạch gói. Sau khi tiếp nhận một gói tin trong bộ đệm, node chuyển mạch cần chỉ định tuyến lối ra nào để bộ phận chuyển mạch thực hiện thao tác chuyển mạch cho gói. Mục tiêu chủ yếu của định tuyến là tìm và chỉ ra con đường thích hợp để vận chuyển gói đến đích một cách chắc chắn và trong thời gian ngắn nhất.

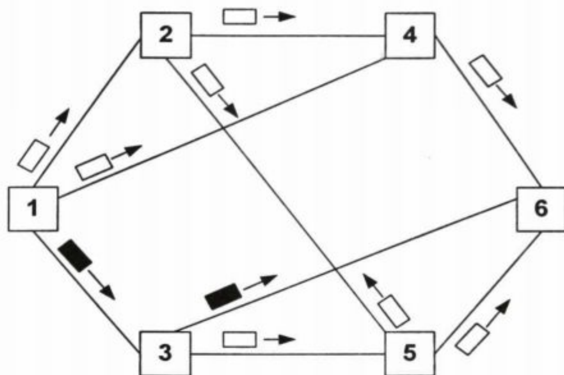
Hiện nay có rất nhiều phương pháp định tuyến có tên khác nhau, tuy nhiên đều tồn tại dưới bốn dạng cơ bản: định tuyến lan tràn gói (packet flooding), định tuyến ngẫu nhiên (random routing), định tuyến trực tiếp theo bảng danh mục hay còn gọi là không thích nghi (directory routing hay nonadaptive routing), và định tuyến trực tiếp theo bảng danh mục thích nghi (adaptive directory routing). Mỗi phương pháp đều có khả năng giảm thời gian trì hoãn trong mạng, đây là đặc tính có ý nghĩa mà chuyển mạch gói cố gắng đảm bảo cho cộng đồng sử dụng. Tuy nhiên khả năng này phụ thuộc rất nhiều vào độ phức tạp của mỗi kỹ thuật trong phương pháp cũng như liên quan đến số lượng thành phần lưu thông trong mạng tại bất kỳ thời điểm nào.

5.5.2. Các phương pháp định tuyến cơ bản

a. Lan tràn gói

Phương pháp này cố gắng truyền trong mọi đường có thể giữa nguồn và đích, do đó nó đảm bảo phần tử lưu thông cuối cùng rồi cũng xuyên được qua mạng, ngay cả trường hợp mạng có bị hư hỏng một cách nghiêm trọng hay là không. Với phương pháp này gói được gởi từ node nguồn đến tất cả các node kế nó. Mỗi node nhận một gói thì lập tức kiểm tra xem gói này đã nhận được lần nào trước đây chưa, nếu đã nhận rồi thì loại gói mới tới này, nếu chưa thì sau đó gửi gói đến tất cả các node kế đó. Trong phương pháp này mỗi con đường có thể xuyên qua mạng từ nguồn đến đích đều được thử, gói copy đầu

tiên đến được đích là gói đi trên con đường có tổng thời gian trì hoãn là nhỏ nhất; bất kỳ gói được copy nào đến sau sẽ bị loại.



Hình 5.17. *Định tuyến theo phương pháp lan tràn gói.*

Để hiểu hoạt động của flooding xét ví dụ trong hình 5.17. Mỗi node trong mạng trên được nối với 3 node khác nhau (còn được gọi là mạng nối ba).

Mỗi gói phát ra từ node 1 có đích đến là node 6. Gói copy sẽ được gởi đi từ node 1 đến node 3 là 2, 4 và 3. Sau khi gói được nhận thành công ở node 2, các gói copy được gởi từ 4 và 5. Tuy nhiên gói copy từ 2 thì trùng với gói copy được nhận trực tiếp từ 1, do đó nó sẽ bị loại. Tại node 3 gói copy lại được gởi đến 5 và 6. Dĩ nhiên gói đến 6 thì hoàn tất việc truyền. Theo trạng thái thông thường của mạng thì đường đi nhanh nhất đến 6 là hoặc 1 qua 4 đến 6, hoặc 1 qua 3 đến 6. Trong hình 5.17 giả sử gói copy được truyền đến 6 qua 3.

Chú ý rằng sau khi gói đến tại đích của nó, vẫn còn nhiều gói copy tiếp tục xuyên qua mạng. Ví dụ các gói đến 4 từ 2 thì trùng với các gói đến 4 từ 1. Vì 4 nhận ra gói đã được nhận trước nên sẽ loại gói đến sau. Các gói trùng đến sau sẽ từ từ biến mất trong mạng. Tương tự

tại đích cũng có một số gói copy sau đến được và cũng sẽ bị loại. Kỹ thuật này tồn tại một số khuyết điểm như sau:

- Kỹ thuật này cơ bản dựa trên sự nhân rộng lưu lượng tải.
- Việc gia tăng cường độ lưu thông, gia tăng hàng loạt điểm trì hoãn, dẫn đến gia tăng trì hoãn điểm nối điểm, ngay cả khi gói được truyền trên tuyến nhanh nhất hiện hành.
- Mỗi gói phải chứa địa chỉ hoàn chỉnh và các thông tin nhận dạng.
- Mỗi chuyển mạch phải ghi lại tất cả các gói mà chúng bắt gặp trong thời gian đủ lớn để đảm bảo các gói trùng (của gói được nhận) được phát hiện và loại bỏ. Tương tự các chuyển mạch phải được cảnh báo thường xuyên về khả năng các gói copy sẽ đến rất nhiều sau khi gói copy đầu tiên đã chuyển giao thành công cho host đích.

Tuy nhiên ưu điểm nổi bật của phương pháp này là chắc chắn sẽ truyền gói đến đích trên con đường tốt nhất hiện hành.

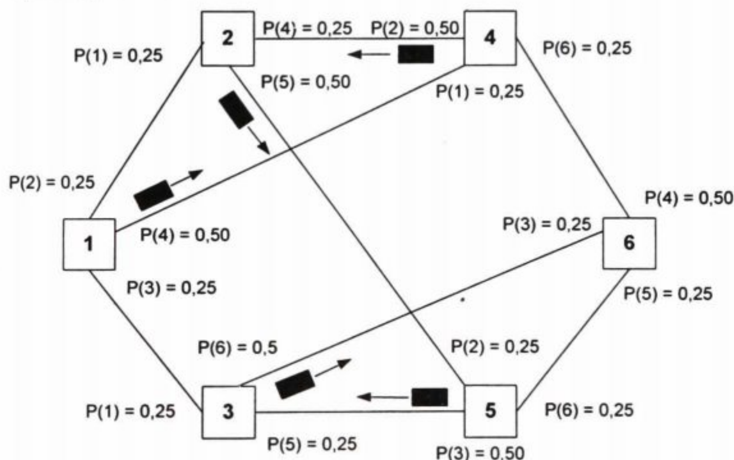
b. Định tuyến ngẫu nhiên (random routing)

Định tuyến ngẫu nhiên có ý tưởng cơ bản giống định tuyến lan tràn gói, ngoại trừ gói không được gởi đến mọi node kế được nối với node nguồn, thay vì vậy một tuyến từ mỗi node được chọn ngẫu nhiên và các gói được truyền chỉ trên đường này. Sự lựa chọn ngẫu nhiên của các tuyến phải bao gồm cả tuyến mà các gói đã được nhận.

Mục tiêu của phương pháp là các gói lang thang trong mạng, cuối cùng rồi cũng đến được đích. Có khả năng sự chọn tuyến đặc biệt từ một node được định hướng cơ bản dựa trên sự nạp tải, dung lượng đường truyền hay các điều kiện mạng khác nhưng thông thường thì không đoán trước được.

Cũng giống như phương pháp lan tràn gói, định tuyến ngẫu nhiên có ưu điểm là bằng một con đường tồn tại xuyên qua mạng, thành phần lưu thông cuối cùng rồi cũng sẽ đến được đích. Định tuyến ngẫu

nhiên giảm bớt rắc rối của sự nhân rộng các thành phần lưu thông. Nếu tất cả các liên kết và node đồng dạng thì có thể phân phối cùng khả năng cho mỗi tuyến. Tuy nhiên do khác nhau về năng lực liên kết nên các khả năng giữa các tuyến không giống nhau. Trong trường hợp này một tuyến tại mỗi node sẽ được chọn là 50% khả năng và 2 tuyến khác mỗi tuyến 25% khả năng. Trên hình 5.18 trình bày gói hướng từ node 1 đến node 6 với toàn bộ các tuyến có thể, các tuyến 50% khả năng luôn được chọn. Do đó đường dẫn bắt đầu từ 1 đến 4, đến 2, đến 5, đến 3, rồi đến 6.

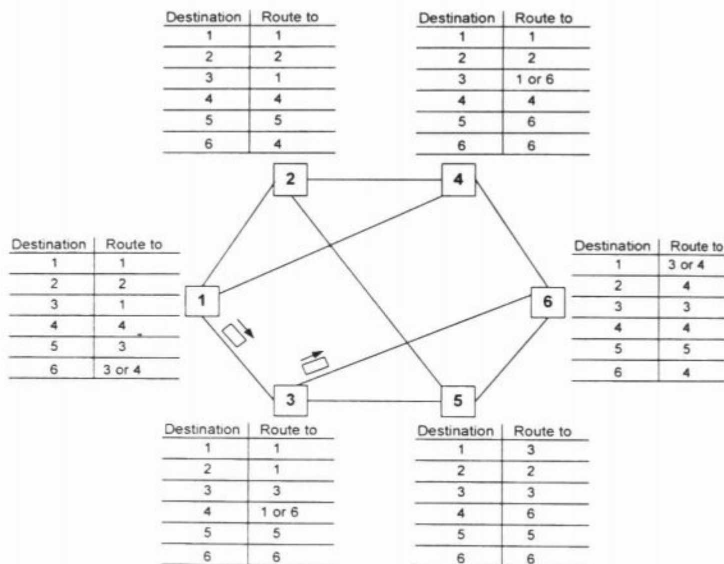


Hình 5.18. *Định tuyến ngẫu nhiên.*

Tuy nhiên phương pháp này cũng còn tồn tại khuyết điểm là khi dữ liệu lưu thông theo các giá (cost) trung bình được phân phối tùy thuộc khả năng chọn lựa tuyến, chiều dài trung bình từ nguồn đến đích sẽ có khuynh hướng dài hơn hầu hết các đường có thể đi trực tiếp. Do đó các gói sẽ bị trì hoãn giữa các điểm lâu hơn so với thời gian trì hoãn ngắn nhất trên một đường truyền nào đó thực sự tồn tại trong mạng.

c. Định tuyến trực tiếp theo danh mục (Directory Routing)

Trong phương pháp này tại mỗi node sẽ có một bảng định tuyến, chỉ đường dẫn để chọn bất kỳ đích nào trong mạng từ node hiện hành. Bảng được xây dựng trong bộ nhớ của chuyển mạch và được phát triển tùy thuộc vào bất kỳ tiêu chuẩn nào, có thể là đường ngắn nhất, đường có thời gian trì hoãn ngắn nhất, đường có dung lượng cao,...



Ma trận định tuyến

Đến node

Từ node	1	2	3	4	5	6
1	—	2	3	4	3	3 or 4
2	1	—	1	4	5	4
3	1	1	—	1 or 6	5	6
4	1	2	1 or 6	—	5	6
5	3	2	3	6	—	6
6	3 or 4	4	3	4	5	—

Hình 5.19. *Định tuyến trực tiếp theo danh mục.*

Để hoạt động tin cậy, định tuyến trực tiếp theo danh mục còn bao gồm không chỉ đường chọn lựa chính mà còn có các chọn lựa thứ hai để dự phòng dưới các điều kiện chỉ định, như khi đường truyền bị hư, các chuyển mạch bị hư hay quá tải trong lưu thông.

Hình 5.19 minh họa đơn giản về định tuyến trực tiếp. Trên đó một ma trận định tuyến ngắn nhất trình bày có 36 lối vào cho 6 node. Mỗi lối vào chỉ ra node kế tiếp dọc theo đường ngắn nhất từ node này đến node khác.

Ví dụ các gói đang ở tại node 6 có đích đến là node 2 sẽ được dẫn hướng đến node 4. Bảng định tuyến có đặc điểm:

Trên bảng định tuyến chỉ có những hàng đơn liên hệ đến từng chuyển mạch riêng.

Một vài lối vào trong bảng có hai tuyến có khả năng xảy ra, nhưng trong thực tế để đảm bảo tính rõ ràng thì chỉ một tuyến được chọn vào một thời điểm và được đặt vào bảng trong khi quá trình hoạt động.

Ưu điểm của định tuyến trực tiếp là hoạt động của nó được xác định rõ ràng, mọi gói lưu thông giữa nguồn và đích sẽ đi theo cùng một tuyến tùy thuộc vào bảng định tuyến. Khi một tuyến đã được thành lập trên cơ sở các tiêu chuẩn như đường ngắn nhất, đường có thời gian trì hoãn nhỏ nhất..., các gói sẽ đi theo một cách trung thành trừ phi bảng định tuyến được thay đổi bởi các hoạt động hay bởi trung tâm điều khiển mạng.

Bên cạnh đó phương pháp này cũng có một số hạn chế xuất phát từ việc sử dụng bảng định tuyến:

Cấu trúc cồng kềnh.

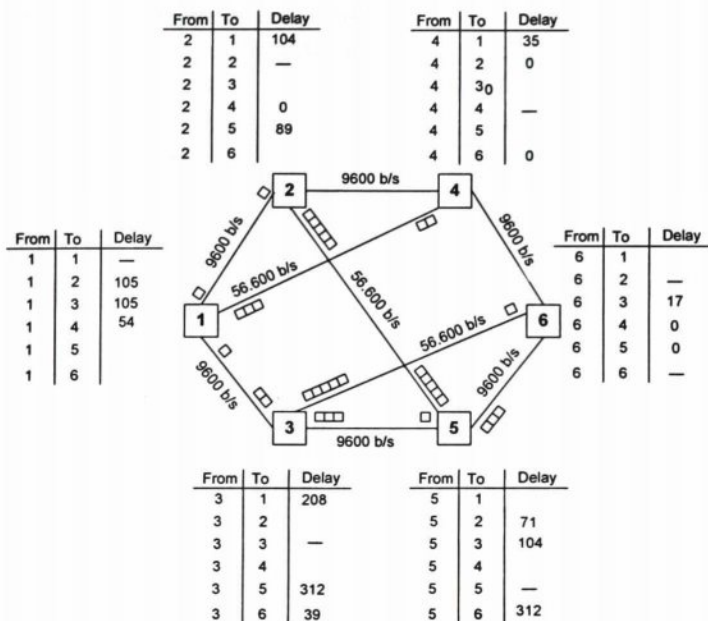
Khó thích ứng với các thay đổi về cấu hình mạng, cũng như đáp ứng thích hợp với các hậu quả khi node hay đường dây bị hư hoặc quá tải.

d. Định tuyến theo danh mục thích nghi (Adaptive Directory Routing)

Hoàn toàn tương tự như định tuyến trực tiếp theo danh mục, trong đó mỗi chuyển mạch có một bảng định tuyến trong bộ nhớ để chỉ ra tuyến tối ưu đến đích. Tuy nhiên, các lối vào ở trong bảng có thể thay đổi trong thời gian thực thi tùy vào sự thay đổi các điều kiện hoạt động trong mạng như tắc nghẽn lưu thông hay sự cố đường truyền và chuyển mạch. Do đó các chọn lựa phụ không còn cần thiết nữa. Đường truyền hiện hành về nguyên tắc luôn là đại diện cho tuyến tối ưu nhất theo các tiêu chuẩn đã chọn vào thời điểm yêu cầu.

Tiêu chuẩn đánh giá: Bởi vì mục tiêu chính của mạng chuyển mạch gói là làm sao truyền thông tin đi nhanh nhất và do đó việc trì hoãn truyền trở thành một tiêu chuẩn cần xét đến và được xem như là giá của liên kết (link cost). Giá của liên kết phụ thuộc vào tốc độ truyền trên liên kết, tỉ lệ lỗi, kích thước bộ đệm ở hai đầu. Một phương án định tuyến dựa trên việc tối thiểu trì hoãn truyền có thể thực hiện dễ dàng vì mỗi chuyển mạch trong mạng đủ thông minh để ước lượng khoảng thời gian để chuyển một gói mới đi đến chuyển mạch kế. Mỗi chuyển mạch có thể ước lượng chính xác nếu biết mỗi đường nối đến nó có tốc độ bit bao nhiêu, cũng như tỉ lệ lỗi và số lượng các bit trong hàng đợi muốn truyền qua đường này. Nếu các node trao đổi thông tin trì hoãn với các node kế nó thì mỗi node có thể ước lượng được toàn thể trì hoãn truyền đến tất cả các đích trong mạng.

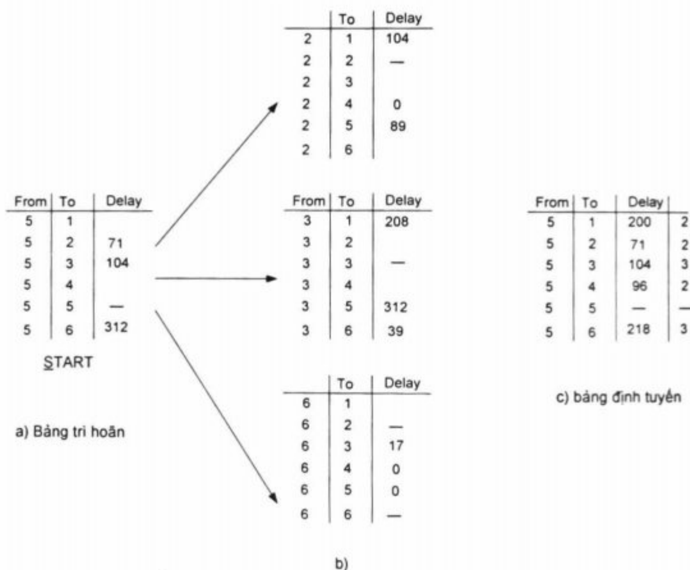
Bảng trì hoãn truyền: Để minh họa nguyên tắc bảng trì hoãn truyền ta xét hình 5.20. Tốc độ bit được chỉ định cho mỗi đường. Giả sử mỗi gói có 1000 bit, trên hình cũng trình bày số lượng các gói xếp hàng còn để lại tại mỗi chuyển mạch. Tại mỗi node thấy có một bảng trì hoãn, nó được tính toán bởi mỗi node trên cơ sở tốc độ truyền và lưu lượng giao thông trên mỗi đường. Ở đây các bảng trì hoãn chỉ đề cập các đường dẫn đến các đích được nối trực tiếp với chuyển mạch mà thôi, nhằm làm cho sự ước lượng được xem là hoàn toàn chính xác.



Hình 5.20. *Định tuyến thích nghi dùng một bảng trì hoãn.*

Sự thiết lập bảng định tuyến: Để hiểu rõ hơn về hoạt động của giải thuật định tuyến hãy tập trung tìm hiểu bảng định tuyến tại node 5 (hình 5.21). Bắt đầu là bảng trì hoãn truyền mà node 5 xây dựng cho chính nó từ các nhận biết về tốc độ định tuyến và lưu lượng giao thông. Bảng của node 5 chỉ đề cập đến thời gian trì hoãn trên các đường nối trực tiếp với nó. Trì hoãn đến node 2 là 71ms; đến 3 là 104ms và đến 6 là 312ms. Mỗi node trao đổi bảng trì hoãn cho nhau để làm cơ sở ước lượng kế tiếp, trên đây node 5 kết hợp các thông tin từ các bảng và tính toán cho ra một bảng định tuyến sẵn có cho đến

khi thông tin mới được cập nhật. Nếu ta giả sử rằng thời gian xử lý cho một gói đến tại một node là 25ms, vậy thì thông tin định tuyến sẽ được xác định như thế nào từ node 5 sang node 1. Mặc dù node 5 không nối trực tiếp với node 1 nhưng được nối trực tiếp với node 2 và node 3. Node 5 sẽ chọn trì hoãn nào nhỏ nhất. Trong trường hợp này trì hoãn từ 2 đến 1 là 104ms, trì hoãn từ 5 đến 2 là 71ms, trì hoãn tại node 2 là 25ms, tổng trì hoãn là 200ms. Thời gian khi trì hoãn từ 3 đến 1 là 208ms lớn hơn nhiều nên bị loại.



Hình 5.21. *Thiết lập bảng định tuyến tại node 5.*

Hàng cuối cùng của bảng định tuyến biểu hiện sự thích nghi linh hoạt của xử lý định tuyến. Node 5 nối trực tiếp đến node 6 với trì hoãn là 89ms. Trì hoãn từ 5 đến 3 là 104ms việc trì hoãn tại node 3 là 25ms. Tổng trì hoãn qua 3 chỉ có 218ms < 8ms do đó định tuyến từ 5 đến 6

sẽ không trực tiếp đến 6 mà qua 3 mới đến 6. Điều này chứng tỏ trong định tuyến đường dài vật lý chưa hẳn là đường dài logic.

Theo như trên thì cuối cùng bảng định tuyến chỉ ra rằng tại thời điểm hiện hành thông tin được định tuyến qua 2 hoặc 3. Vì trạng thái của mạng thay đổi thường xuyên nên trong một khoảng thời gian ngắn khoảng 200ms hay ít hơn nữa những thông tin trong bảng định tuyến sẽ trở nên lạc hậu. Ví dụ tất cả luồng thông tin đều được định tuyến qua 2 và 3 bởi vì trì hoãn đến 6 quá lớn so với các node khác. Nhưng vì không có ai gởi đến 6 và hàng đợi trên đường này được giảm. Kết quả là sau khi bảng định tuyến được dùng trong 200ms, thì thời gian trì hoãn trên đường từ 5 đến 6 sẽ giảm đến 112ms.

Để kỹ thuật định tuyến thích nghi hoạt động tốt, hoặc các cập nhật tuyến phải được xác định một cách thường xuyên hoặc sự khác nhau giữa hai tuyến phải rõ ràng trước khi tuyến thích hợp được chọn.

Trong mạng ARPANET giải thuật được thực hiện với sự trao đổi đồng bộ các bảng định tuyến giữa các node chuyển mạch, khoảng 3 đến 5 lần trong 1 giây. Việc trao đổi đồng bộ đưa đến tính không ổn định (ví dụ 2 node đồng thời báo đường tốt nhất đi đến một điểm trong mạng là qua node kia). Nếu trao đổi bất đồng bộ thì mỗi node có dịp dùng các thông tin sau cùng sẵn có trong bảng định tuyến của nó trước khi chuyển thông tin kết hợp đến các node kế. Việc trao đổi rất thường xuyên các bảng cũng gây ra tình trạng bất ổn định trong mạng, tạo các vòng lặp gói và các gói con thoi đi lại giữa hai node. Do đó việc cập nhật bảng phải đủ lâu để sử dụng hiệu quả quá trình xử lý thích nghi. Tốt nhất là thiết lập bảng định tuyến tối ưu khoảng 10s một lần.

Từ giải thuật trên có thể khẳng định rằng thông tin sự cố trên đường dây hay node sẽ từ từ xuyên qua mạng. Một đường dây hư sẽ được chỉ ra bởi giá trị trì hoãn vô cùng lớn trong lối vào bảng định tuyến của node nối đến dây này. Một node bị hư sẽ không thông tin về bảng ước lượng trì hoãn cho các node kế, do đó nó được xem là node

hư. Khi hoạt động trở lại nó dễ dàng tham gia vào mạng vì nó gửi các bảng ước lượng trì hoãn đến các node kế nó ngay sau đó.

Hạn chế chủ yếu có tính khách quan của phương pháp này là việc xử lý phức tạp, các chuyển mạch phải có thể phát hiện ra các điều kiện của mạng, đảm bảo năng lực xử lý để cập nhật và đưa ra hướng giải quyết tối ưu.

5.5.3. Một vài giải thuật tìm đường ngắn nhất thông dụng

Hầu hết các giải thuật tìm đường ngắn nhất được dùng trong mạng chuyển mạch gói đều thuộc một trong hai giải thuật thông dụng là Dijkstra và Bellman-Ford

Giải thuật Dijkstra: Nội dung của giải thuật có thể được tóm tắt như sau: Tìm các đường dẫn ngắn nhất từ node nguồn cho trước đến tất cả các node khác bằng cách phát triển các đường theo thứ tự gia tăng chiều dài. Giải thuật xử lý lần lượt qua các tầng. Ở tầng thứ k các đường dẫn ngắn nhất đến node k từ node nguồn được xác định; các node đã được xác định như vậy nằm trong tập node M. Tại tầng thứ k + 1, node không ở trong M mà có đường dẫn ngắn nhất từ nguồn thì cho vào M. Khi tất cả các node đã có mặt trong M thì kết thúc giải thuật.

Giải thuật Bellman-Ford: Nội dung của giải thuật có thể mô tả như sau: Tìm các đường dẫn ngắn nhất từ một node nguồn cho trước bắt buộc chỉ chứa một liên kết; sau đó tìm các đường dẫn ngắn nhất với điều kiện chỉ chứa tối đa hai liên kết, và tiếp tục. Giải thuật sẽ tiến hành qua các tầng được hình thức hóa như sau: S = node nguồn. d_{ij} = giá liên kết từ node i đến node j; $d_{ij} = 0$ và $d_{ij} = \infty$ nếu hai node không nối trực tiếp với nhau' $d_{ij} \geq 0$ nếu hai node nối trực tiếp với nhau. h = số tối đa của liên kết trong một đường dẫn tại tầng hiện hành của giải thuật. Gồm hai bước:

Khởi tạo: $D_n^{(0)} = \infty \qquad \forall n \neq s$

$D_s^{(h+1)} = 0 \qquad \forall h$

$h=0; D_n^{(h+1)} = \min [D_j^{(h)} + d_{jn}]$

5.6. Điều khiển luồng dữ liệu

5.6.1. Giới thiệu

Khi phân phối dữ liệu vào trong mạng, nếu không có sự cân đối giữa truyền dữ liệu nơi phát và nhận dữ liệu ở nơi thu sẽ gây nên tình trạng tắc nghẽn trong mạng, nguy hiểm hơn có thể làm mất dữ liệu. Khi số lượng gói đưa vào trong mạng nằm trong khả năng phân phối của mạng thì tất cả các gói được chuyển đi, tuy nhiên khi lưu lượng gia tăng, các node không thể đảm đương nổi sẽ bắt đầu xảy ra tình trạng tắc nghẽn. Đặc biệt khi một node nào đó hoạt động không bình thường mà dòng dữ liệu vẫn liên tục chảy đến khiến cho phần mạng ở đây cũng trở nên tắc nghẽn.

Mạng chuyển mạch gói phải có khả năng giảm tốc độ dòng thông tin nhập từ một node vào node khác. Điều này rất quan trọng vì nhờ đó ngăn chặn được tình trạng tắc nghẽn ở những nơi khả năng xử lý tải trở nên thất thường. Công việc này được gọi là *điều khiển luồng dữ liệu (flow control).*

5.6.2. Phương pháp cửa sổ dịch

Nhìn chung, hiện nay có nhiều mức độ điều khiển luồng dữ và có nhiều phương pháp điều khiển luồng trong kỹ thuật truyền số liệu, nhưng phương pháp điều khiển luồng thường sử dụng trong mạng chuyển mạch gói là phương pháp cửa sổ dịch (slid window).

Chỉ số tuần tự của gói truyền là P(S) liên kết chặt chẽ với chỉ số tuần tự của gói nhận P(R) để điều khiển luồng dữ liệu trong mạng gói. Điều khiển luồng ngăn cản mạng chấp nhận lưu lượng đầu vào nhanh hơn khả năng phân phối ở đầu ra của node hay nói cách khác là ngăn ngừa hiện tượng nghẽn. Dòng được điều khiển sẽ đảm bảo tất cả các gói vào mạng sẽ được chuyển tới đích trong thời gian ngắn nhất. Thời gian phân phối thực sự phụ thuộc vào các dòng tải khác có cùng đích và phụ thuộc vào tốc độ đường phân phối tải đến người dùng đích.

Phương pháp điều khiển cửa sổ dịch làm cho tốc độ dữ liệu vào phù hợp với tốc độ dữ liệu ra. Nó có tác dụng hạn chế tốc độ của gói mới tiếp tục đưa vào mạng khi mạng đang bị sự cố, ví dụ tuyến hoặc node chuyển mạch bị hư.

a. Kích thước cửa sổ

Kích thước cửa sổ xác định số lượng tối đa các gói chưa được truyền của một người dùng có thể truyền lên kênh logic tại bất kỳ thời điểm nào. Khi một chuyển mạch của mạng truyền bất kỳ thông tin nào đến một người dùng trên một kênh logic đặc biệt, giá trị của số tuần tự trong gói nhận được bớt đi 1 {P(R) – 1} là số tuần tự của gói sau cùng được truyền thành công bởi mạng. Việc cập nhật tăng lên thành P(R) được thực hiện bởi mạng mang ý nghĩa báo nhận thành công cho các gói đã truyền.

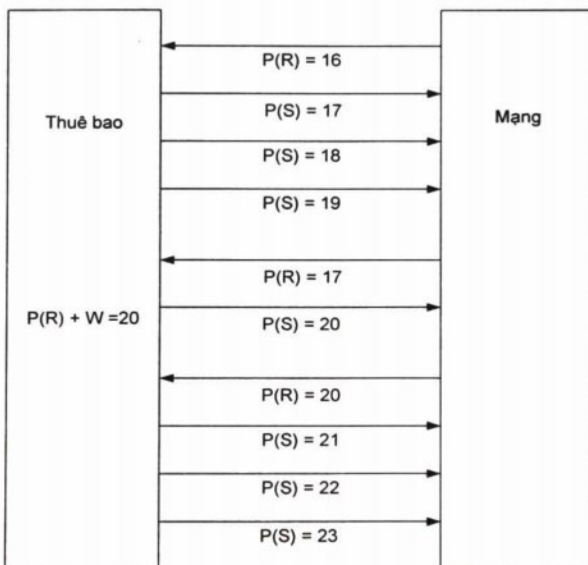
Cơ cấu điều khiển luồng cửa sổ yêu cầu chỉ số tuần tự cao nhất được truyền bởi người dùng phải nhỏ hơn tổng P(R) hiện hành cộng với kích thước cửa sổ truyền lớn nhất W. Ví dụ, giả sử W bằng 4, nghĩa là người dùng có tối đa bốn gói được xử lý truyền qua mạng vào bất kỳ thời điểm nào. Nếu gói sau cùng được chấp nhận bởi mạng là P(R) = 16, thì P(R) + W = 16 + 4 = 20. Điều này có nghĩa bây giờ người dùng được phép truyền các gói có số tuần tự là 17, 18, 19 nhưng không được truyền gói 20 (hay lớn hơn) cho đến khi giá trị của P(R) gia tăng một lần nữa. Bất kỳ nỗ lực nào truyền một gói vượt ra ngoài cửa sổ cho phép hiện hành đều bị xem là lỗi thủ tục, nó sẽ bị loại bỏ hoặc gây ra reset kênh logic.

Kích thước cửa sổ là một đặc trưng được thống nhất bởi các nhà cung cấp mạng và người dùng vào thời điểm dịch vụ mạng được khởi động. Kích thước cửa sổ càng lớn, lượng tải của người dùng cho phép đặt lên kênh logic càng lớn. Hơn thế nữa, khi kích thước cửa sổ gia tăng, nhiều tài nguyên mạng cụ thể là dung lượng kênh và bộ đệm chuyển mạch phải được phân phối cho người dùng này. Do đó, kích

thước cửa sổ phải được cân đối giữa lưu lượng yêu cầu tối đa của người dùng và giá thành cung cấp dịch vụ.

b. Hoạt động của cơ cấu cửa sổ điều khiển luồng

- Cửa sổ W = 4
- P(R) = 16
- P(S) =17



Hình 5.22. *Hoạt động của cửa sổ điều khiển luồng trên giao tiếp người dùng-to –network.*

Hoạt động của cơ cấu điều khiển luồng dựa trên nguyên tắc: nếu mạng phải giới hạn dòng các gói mới vào mạng, nó có thể làm giảm tốc độ nhờ tăng giá trị P(R) hay giảm tạm thời kích thước cửa sổ W bằng cách gửi một thông điệp điều khiển thích hợp đến người dùng.

Hoạt động của cơ cấu cửa sổ dịch được minh họa trên hình 5.22, trên hình trình bày gói 16 đã truyền thành công và kích thước cửa sổ W = 4. Lưu ý rằng giá trị P(R) không cần thiết phải tăng từng đơn vị tại một thời điểm. Ví dụ, chúng ta thấy P(R) tăng từ 17 lên 20 chỉ một bước. Hiện tượng này có thể xảy ra, ví dụ nếu tắc nghẽn tạm thời làm chậm sự phân phối gói, và ba gói được nhận và được báo nhận trong một thời gian rất ngắn thì có thể cho tất cả ba gói được kiểm soát bằng một sự gia tăng của P(R).

CHƯƠNG VI

CHUYỂN MẠCH ATM

6.1. Giới thiệu khái quát về ATM

6.1.1. Giới thiệu

Hiện nay, các mạng viễn thông hiện tại có đặc điểm chung là tồn tại một cách riêng lẽ, ứng với mỗi một loại dịch vụ thông tin lại có ít nhất một loại mạng viễn thông riêng biệt để phục vụ dịch vụ đó. Thí dụ:

- Mạng Telex: dùng để gởi các bức điện dưới dạng các ký tự đã được mã hóa bằng mã 5 bit. Tốc độ truyền rất thấp (từ 75 đến 300 bit/s).

- Mạng điện thoại công cộng: còn gọi là mạng POTS (Plain Old Telephone Service), ở mạng này tiếng nói được số hóa và chuyển mạch ở hệ thống chuyển mạch điện thoại công cộng PSTN (Public Switched Telephone Network).

- Mạng truyền số liệu: bao gồm các mạng chuyển mạch gói để trao đổi số liệu giữa các máy tính dựa trên giao thức của X.25 và hệ thống truyền số liệu chuyển mạch kênh dựa trên các giao thức X.21.

- Các tín hiệu truyền hình: có thể được truyền theo 3 cách: truyền bằng sóng vô tuyến, truyền qua hệ thống mạng truyền hình CATV (Community Antena TV) bằng cáp đồng trục hoặc truyền qua hệ thống vệ tinh còn gọi là hệ thống truyền hình trực tiếp DBS (Direct Broadcast System).

- Trong phạm vi cơ quan, số liệu giữa các máy tính được trao đổi thông qua mạng cục bộ LAN thường là mạng: Ethernet, Token Bus, và Token Ring.

- Hậu quả là hiện nay có rất nhiều loại mạng khác nhau cùng song song tồn tại. Mỗi mạng lại yêu cầu phương pháp thiết kế, sản xuất, vận hành, bảo dưỡng khác nhau. Như vậy hệ thống mạng viễn thông hiện tại có rất nhiều nhược điểm mà quan trọng là:

- Chỉ truyền được các dịch vụ độc lập tương ứng với từng mạng.

- Thiếu mềm dẻo: Sự ra đời của các thuật toán nén tiếng nói, nén ảnh,... và tiến bộ trong công nghệ VLSI ảnh hưởng mạng mẽ tới tốc độ truyền tín hiệu. Hệ thống hiện nay rất khó thích nghi với yêu cầu của các dịch vụ khác nhau trong tương lai.

Kém hiệu quả trong việc bảo dưỡng, vận hành cũng như việc sử dụng tài nguyên. Tài nguyên có trong một mạng không thể chia sẻ cho các mạng khác cùng sử dụng.

6.1.2. Sự ra đời của hệ thống viễn thông mới B-ISDN

Do cần có một mạng viễn thông duy nhất ngày càng trở nên bức thiết, chủ yếu là do các nguyên nhân sau:

- Các yêu cầu dịch vụ băng rộng đang tăng lên.

- Các kỹ thuật xử lý tín hiệu, chuyển mạch, truyền dẫn ở tốc độ cao (cỡ vài trăm Mbit/s đến vài Gbit/s) đã trở thành hiện thực.

- Tiến bộ về khả năng xử lý ảnh và số liệu.

- Sự phát triển của các ứng dụng phần mềm trong lĩnh vực tin học và viễn thông.

- Sự cần thiết phải tổ hợp các dịch vụ phụ thuộc lẫn nhau ở chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói vào một mạng băng rộng duy nhất.

- Sự cần thiết thỏa mãn tính mềm dẻo cho các yêu cầu về phía người sử dụng.

Vì vậy cũng như người quản trị mạng, mạng B-ISDN ra đời nhằm đáp ứng các điều kiện trên.

6.1.3. Khái niệm cơ bản về ATM

ISDN theo ITU-T dựa trên cơ sở kiểu truyền không đồng bộ ATM (Asynchronous Tranfer Mode). Như vậy ATM sẽ là nền tảng của B-ISDN trong tương lai.

Kiểu truyền không đồng bộ bao gồm cả trong truyền dẫn và chuyển mạch, còn không đồng bộ là trong đó các gói trong cùng một cuộc kết nối có thể lập lại một cách bất thường như lúc chúng được tạo ra theo yêu cầu cụ thể mà không theo một chu kỳ nào cả.

ATM còn có hai đặc điểm quan trọng:

- ATM sử dụng các gói có kích thước nhỏ và cố định gọi là các tế bào (tế bào ATM), các tế bào nhỏ cùng với tốc độ truyền lớn sẽ làm cho trễ truyền và biến động trễ (Delay Jitter) giảm đủ nhỏ đối với các dịch vụ thời gian thực, ngoài ra kích thước nhỏ cũng tạo điều kiện cho việc hợp kênh ở tốc độ cao được dễ dàng.
- ATM còn có một đặc điểm rất quan trọng là khả năng nhóm một vài kênh ảo thành một đường ảo nhằm giúp cho việc định tuyến được dể dàng.

6.1.4. Tính trong suốt của hệ thống

Tính trong suốt về mặt nội dung: là chức năng đảm bảo việc truyền đúng các bit từ đầu phát đến đầu thu (tức là sự chính xác về mặt nội dung). Khi mới ra đời, trong các mạng chuyển mạch gói chất lượng truyền số liệu còn kém, do đó để đảm bảo chất lượng truyền chấp nhận được người ta phải thực hiện chức năng điều khiển lỗi trên mọi liên kết. Việc điều khiển lỗi này được thực hiện bởi giao thức HDLC (High Level Data Link Control) bao gồm các chức năng: giới hạn khung, đảm bảo truyền bit chính xác, kiểm tra lỗi,... Ở đây quá trình điều khiển lỗi được thực hiện trên mọi liên kết thông qua nút chuyển mạch, do đó nút chuyển mạch phải xử lý một loạt các thủ tục phức tạp khác nhau làm ảnh hưởng đến tốc xử lý chung của hệ thống.

Sau này, do chất lượng của hệ thống truyền dẫn và chuyển mạch tăng lên nên tỷ lệ lỗi trên mạng giảm.Với một mạng chất lượng cao như vậy người ta chỉ cần thực hiện một số chức năng của thủ tục HDLC. Bằng cách này người ta giảm được khối lượng thông tin mà nút chuyển mạch cần xử lý, nhờ đó tốc độ của nút tăng lên. Như vậy lớp 2 trên mô hình OSI được chia thành hai lớp con. Lớp 2a chuyên cung cấp các chức năng cơ bản của lớp 2, lớp 2b cung cấp các chức năng bổ sung. Các hệ thống ứng dụng nguyên lý này được gọi là chuyển tiếp khung (Frame Relay).

Đối với B-ISDN ý tưởng này còn được mở rộng hơn nữa, các chức năng điều khiển lỗi không còn được cung cấp ở các nút chuyển mạch trong mạng nữa mà trong trường hợp cần thiết sẽ được cung cấp bởi các thiết bị đầu cuối. Do đó các nút của ATM có độ phức tạp tối thiểu và vì thế có tốc độ truyền rất cao có thể lên đến 600Mbit/s.

Bảng 6.1. ***Các chức năng được thực hiện ở nút mạng của X.25, chuyển tiếp khung và AT***

Chức năng	Chuyển mạch gói	Chuyển tiếp khung	ATM
Truyền lại gói	x	-	-
Giới hạn khung	x	x	-
Kiểm tra lỗi	x	x	-

Tính trong suốt về mặt thời gian: Các dịch vụ thời gian thực yêu cầu dòng bit có trễ rất ngắn khi được truyền từ đầu phát đến đầu thu, tức là chúng yêu cầu tính chính xác về thời gian. Có thể phân biệt hai loại trễ: trễ do chuyển mạch và trễ từ điểm đầu đến điểm cuối. Mạng ATM chỉ cần những chức năng tối thiểu ở nút chuyển mạch, do đó nó cho phép truyền số liệu tốc độ rất cao, trễ trên mạng và các biến động trễ giảm xuống, do đó quan hệ thời gian được đảm bảo như trong trường hợp chuyển mạch kênh.

6.1.5. Các dịch vụ tương lai của B-ISDN trên cơ sở ATM

Các dịch vụ phục vụ cho các thuê bao gia đình:Các dịch vụ quan trọng cho các thuê bao gia đình là những dịch vụ truyền hình cáp CATV, truyền hình số chuẩn SDTV (Standard Digital TV) hay trong tương lai là dịch vụ truyền hình độ phân giải cao HDTV (High Definition TV).Một ứng dụng quan trọng nữa là dịch vụ điện thoại truyền hình trong đó các hình ảnh chất lượng cao được truyền đi ở tốc độ từ 2 tới 5 Mbit/s với giá thành phải chăng.

Các dịch vụ phục vụ trong lĩnh vực kinh doanh và giao dịch:Các thuê bao trong phạm vi công sở, văn phòng có những đặc điểm hoàn toàn khác so với các thuê bao gia đình. Điểm chung duy nhất giữa hai lĩnh vực này là điện thoại truyền hình. Tuy vậy, dịch vụ này cũng phải được mở rộng để tiến tới điện thoại hội nghị truyền hình, sao cho người sử dụng có thể dùng dịch vụ điện thoại truyền hình để liên lạc vài điểm cùng một lúc. Các hệ thống ATM-LAN được nối với nhau sẽ tạo khả năng truy nhập hệ cơ sở dữ liệu phân tán với tốc độ rất cao. Ngoài ra, các dịch vụ truyền ảnh, y tế,..sẽ có chất lượng phục vụ cao hơn.

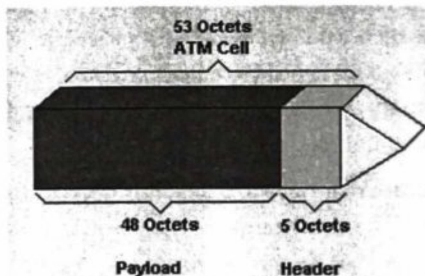
Bảng 6.2. *Đặc điểm các dịch vụ băng rộng cơ bản*

Dịch vụ	Tốc độ (Mbit/s)
Truyền số liệu	1,5 - 30
Truyền văn bản, tài liệu	1,5 - 45
Điện thoại truyền hình/Hội nghị truyền hình	1,5 - 130
TV	30 - 130
Truyền hình phân giải cao	130

6.2. Cấu trúc phân lớp trong mạng ATM

6.2.1. Cấu trúc của tế bào ATM

Tế bào ATM có cấu trúc giống nhau cho bất kỳ loại dịch vụ nào.



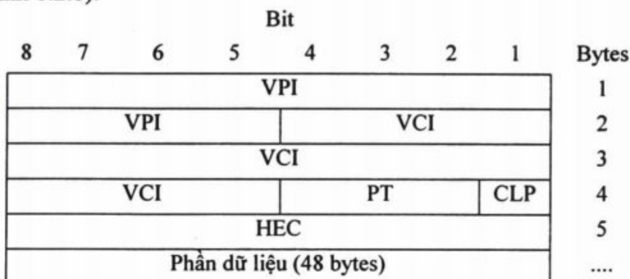
Hình 6.1. *Cấu trúc chung của tế bào ATM.*

Header:5 octet (5 bytes).Thông tin chứa trong header giúp cho việc tìm đường của các tế bào ATM qua mạng.Do mạng ATM hoạt động theo cách kết nối có hướng nên các tế bào chỉ có thể luân chuyển qua các vùng mà các kết nối tồn tại.Lưu ý:các tế bào header không dùng để khởi tạo bắt tay trong các kết nối.

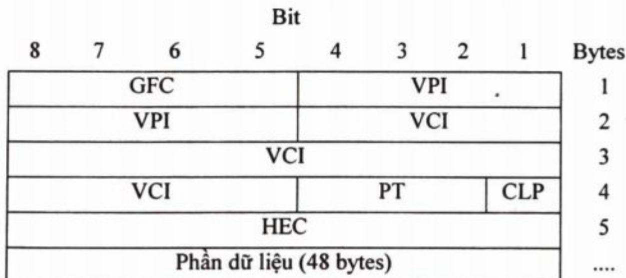
Payload:48 octet(48 bytes).Chứa dữ liệu của người sử dụng, và các tín hiệu điều khiển tương ứng. Sau khi phát xong các tế bào, bên phần thu sẽ tổ chức lại các luồng dữ liệu, đóng gói dữ liệu cho giống như ban đầu.

Như ta đã biết đặc điểm chính của ATM là *hướng liên kết*. Do đó khác với mạng chuyển mạch gói, địa chỉ nguồn và đích, số thứ tự các gói là không cần thiết trong ATM. Hơn nữa do chất lượng của đường truyền cao nên các cơ chế chống lỗi trên cơ sở từ liên kết đến liên kết được bỏ qua. Ngoài ra cũng không cung cấp các cơ chế điều khiển luồng giữa các nút mạng do cơ cấu điều khiển cuộc gọi của nó. Vì vậy chức năng cơ bản còn lại của phần tiêu đề trong tế bào ATM là *nhận dạng cuộc nối ảo*.

Tế bào có thể được truyền trên giao diện giữa *người sử dụng với mạng UNI* (User-Network Interface) hay giữa các *nút chuyển mạch NNI* (Network-Network Interface). Cấu trúc của các tế bào trong hai có một số điểm khác nhau. Hình 6.2 trình bày cấu trúc của tế bào ATM trong hai giao diện, giao diện NNI (hình 6.2.a) và giao diện UNI (hình 6.2.b).



Hình 6.2.a . *Khuôn dạng tế bào ATM tại giao diện NNI.*



Hình 6.2.b. *Khuôn dạng tế bào ATM tại giao diện UNI.*

Đặc điểm của các trường trong cấu trúc tế bào như sau:

- Số hiệu nhận dạng kênh ảoVCI (Virtual Channel Identifier):

VCI được dùng để định danh cho một *kênh ảo VC* trên một đường truyền dẫn. Do mạng ATM có đặc điểm hướng liên kết nên

mỗi cuộc nối được gán một số hiệu nhận dạng VCI tại thời điểm thiết lập. Mỗi giá trị VCI chỉ có ý nghĩa tại từng liên kết từ nút này đến nút khác của mạng. Khi cuộc nối kết thúc, VCI được giải phóng để dùng cho cuộc nối khác. Trường VCI có độ dài 16 bits (trong cả hai giao diện NNI và UNI).

- Số hiệu nhận dạng đường ảo VPI (Virtual Path Indentifier)

Số hiệu *nhận dạng đường ảo* VPI có tác dụng để định danh cho một *đường truyền ảo* trong một đường truyền vật lý.

Mỗi một đường ảo có một giá tri VPI riêng biệt. VPI giúp cho các chuyển mạch có thể xác định đường đi cho các tế bào một cách dễ dàng. Kích thước của trường VPI tuỳ thuộc tế bào được truyền qua giao diện UNI (8 bits) hay NNI (12 bits).

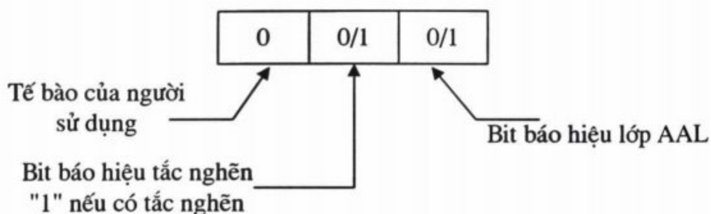
Tổ hợp của VPI và VCI tạo thành một giá trị duy nhất cho mỗi cuộc nối. Tuỳ thuộc vào vị trí đối với hai điểm cuối của cuộc nối mà nút chuyển mạch ATM sẽ định đường dựa trên giá trị VPI và VCI hay chỉ dựa trên giá trị VPI. Tuy vậy cần chú ý rằng VCI và VPI chỉ có ý nghĩa trên từng chặng liên kết của cuộc nối. Khi qua nút chuyển mạch VCI và VPI sẽ nhận các giá trị mới phù hợp với đoạn tiếp theo.

- Kiểu tế bào PT (Payload Type)

Trường PT cho biết kiểu của tế bào đang được truyền qua mạng, là tế bào mang thông tin của người sử dụng hay các tế bào mang các thông tin giám sát, vận hành, bảo dưỡng OAM (Operation-Administration-Maintenance). Trường PT có kích thước là 3 bits và có các đặc điểm chính như sau:

- Tế bào mang thông tin của người sử dụng nếu bit đầu tiên của trường PT là 0 còn nếu là 1 thì tế bào đó mang các thông tin quản lý mạng OAM.
- Bit thứ hai là bit báo hiệu tắc nghẽn trên mạng.
- Bit cuối cùng có chức năng báo hiệu cho lớp tương thích ATM AAL (ATM Adaptation Layer).

Hình 6.3 và bảng 6.3 trình bày cấu trúc trường PT



Hình 6.3. *Khuôn dạng trường PT trong tế bào mạng thông tin của người sử dụng.*

Bảng 6.3. ***Cấu trúc trường PT với tế bào OAM***

Khuôn dạng	Chức năng
100	Tế bào OAM lớp F5 có liên quan đến liên kết
101	Tế bào OAM lớp F5 có liên quan đến đầu cuối
110	Tế bào OAM quản lý tài nguyên
111	Dành để sử dụng cho tương lai

- CLP(Cell Loss Priority)

Bit CLP có tác dụng xác định *độ ưu tiên gửi các tế bào* trong trường hợp các tài nguyên trong mạng không còn tối ưu nữa (chẳng hạn trong trường hợp quá tải). Trong trường hợp này, những tế bào có độ ưu tiên cao hơn được truyền trước, còn những tế bào có độ ưu tiên thấp hơn sẽ bị loại bỏ hoặc truyền dẫn sau.

Nếu CLP=0 : Độ ưu tiên cao.

CLP=1 : Độ ưu tiên thấp.

Độ ưu tiên gửi tế bào được đánh giá theo hai tiêu chuẩn: ưu tiên về mặt thời gian hoặc ưu tiên về mặt nội dung.

Những tế bào có độ ưu tiên về mặt thời gian thấp hơn sẽ có trễ truyền lớn hơn.

Những tế bào có độ ưu tiên về mặt nội dung cao hơn sẽ có khả năng bị loại bỏ thấp hơn.

Ngoài ra, mức ưu tiên còn có thể được đánh giá trên cơ sở cuộc nối hoặc trên cơ sở loại tế bào. Trong trường hợp đánh giá mức ưu tiên dựa vào cuộc nối thì những tế bào được truyền trên cùng một kênh ảo hoặc một đường ảo có cùng mức ưu tiên. Còn trong trường hợp đánh giá mức ưu tiên dựa vào loại tế bào thì những tế bào được truyền trên cùng một kênh ảo hoặc đường ảo sẽ có các mức ưu tiên khác nhau.

- HEC(Header Error Control)

HEC là trường điều khiển lỗi cho phần Header của tế bào. Kích thước của HEC là 8 bits, HEC chứa mã dư vòng CRC (Cyclic Redundary Code). Sau mỗi chặng, phần Header của tế bào ATM lại bị thay đổi, HEC sẽ tính toán và kiểm tra lại CRC với mỗi chặng. Đa thức sinh được dùng là x^8+x^2+x+1.

- GFC(Generic Flow Control)

Giữa hai kiểu tế bào truyền trong mạng ATM có sự khác biệt ở trường thông tin này. Trường thông tin này (chiếm 4 bits) chỉ có trong tế bào tại giao diện UNI gọi là trường *điều khiển dòng chung*.

Cơ chế hoạt động của GFC cho phép điều khiển luồng các cuộc nối ATM ở giao diện UNI. Nó được sử dụng để làm giảm tình trạng quá tải trong thời gian ngắn có thể xảy ra trong mạng của người sử dụng. Cơ chế GFC dùng cho cả các cuộc nối từ điểm tới điểm và từ điểm tới nhiều điểm.

Khi kết hợp mạng ATM với các mạng khác GFC được dùng để báo hiệu cho các mạng này làm thế nào để hợp kênh các tế bào của các cuộc nối khác nhau. Thực chất GFC là một bộ các giá trị chuẩn để

định nghĩa mức độ ưu tiên của ATM đối với các quy luật truy cập vào các mạng khác nhau.

Tuy nhiên việc sử dụng 2 loại tế bào khác nhau tại hai giao diện khác nhau là nhược điểm của ATM. Vì như vậy trong mạng không sử dụng các giao thức đồng nhất nên không thể lắp đặt các thiết bị tại bất cứ vị trí nào trong mạng.

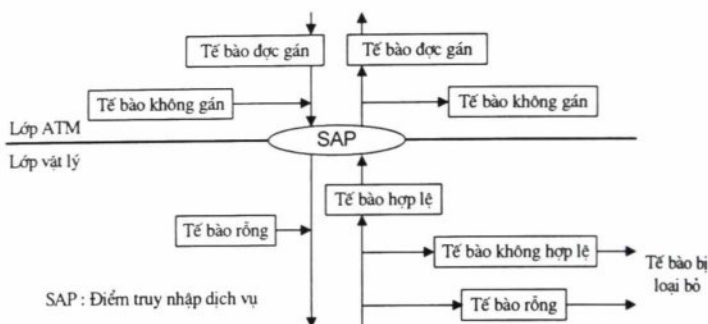
6.2.2. Các loại tế bào ATM

Tế bào ATM có thể được phân loại theo lớp cấu thành và chức năng. Trước hết tế bào ATM được chia thành *tế bào lớp ATM* và *tế bào lớp vật lý*. Tế bào ATM được tạo ra trong lớp ATM còn tế bào lớp vật lý được tạo ra trong lớp vật lý. Tế bào lớp ATM được phân chia thành tế bào *được gán* và tế bào *không được gán*. Còn tế bào lớp vật lý được chia thành tế bào *rỗng, tế bào hợp lệ và tế bào không hợp lệ*.

Đặc điểm của loại tế bào như sau

- Tế bào rỗng: Là tế bào được lớp vật lý xen vào/tách ra để luồng tế bào danh giới giữa lớp ATM và lớp vật lý có tốc độ phù hợp với tốc độ của đường truyền.
- Tế bào hợp lệ: Là các tế bào có mào đầu không có lỗi hoặc có lỗi đơn đã được sửa bởi chu trình sửa lỗi HEC.
- Tế bào không hợp lệ: Là tế bào có nhiều lỗi không thể sửa được (bị loại bỏ tại lớp vật lý). Tế bào rỗng, tế bào hợp lệ và tế bào không hợp lệ chỉ tồn tại ở lớp vật lý.
- Tế bào được gán: Là các tế bào mạng thông tin dịch vụ sử dụng cho các dịch vụ lớp ATM.
- Tế bào không gán là tế bào không được sử dụng, không mang thông tin dịch vụ. Tế bào được gán và tế bào không được gán là các tế bào ở lớp ATM.

Hình 6.4 chỉ ra các loại tế bào.



Hình 6.4. *Phân loại tế bào.*

6.2.3. Mô hình tham chiếu B-ISDN

Cấu trúc mạng B-ISDN về mặt logic bao gồm bốn lớp độc lập với nhau. Bốn lớp này được liên kết với nhau thông qua ba mặt phẳng: *mặt phẳng người sử dụng* (User Plane), *mặt phẳng điều khiển* (Control Plane) và *mặt phẳng quản lý* (Management Plane). Cấu trúc của mô hình tham chiếu được trình bày trong hình 6.5.

Trong đó:

CLNS : Số liệu không liên kết.

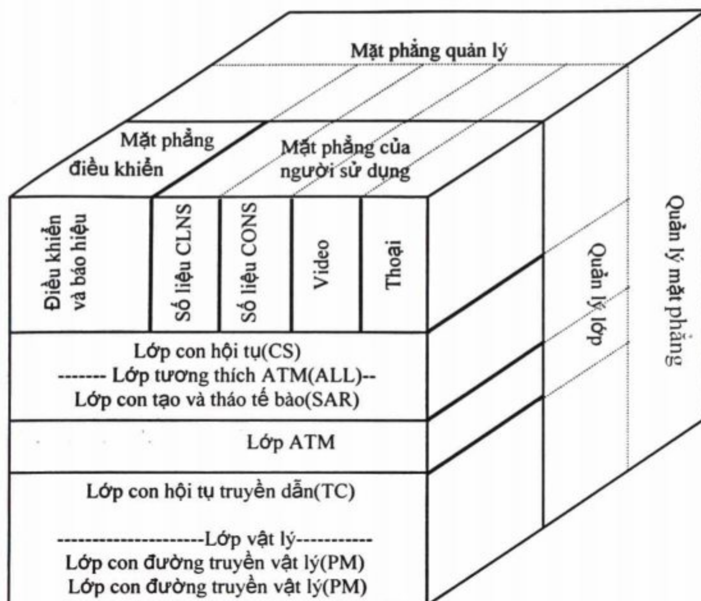
CONTS : Số hiệu hướng liên kết.

SAR: Lớp con thiết lập và tháo tế bào (Segmentation And Reassembly).

CS : Lớp con hội tụ (Convergence Sublayer).

TC: Lớp con hội tụ truyền dẫn (Transmission Convergence).

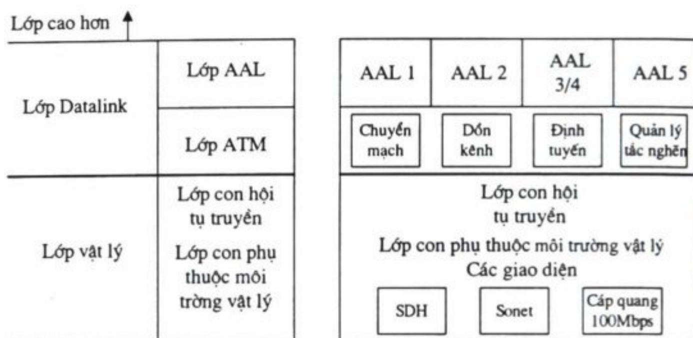
PM: Lớp con đường truyền vật lý (Physical Medium).



Hình 6.5. *Mô hình tham chiếu giao thức B-ISDN.*

So sánh mô hình tham chiếu giao thức B-ISDN với mô hình OSI

Mô hình tham chiếu của ATM *không tương thích hoàn toàn* với mô hình OSI. Tuỳ theo từng trường hợp cụ thể mà ta xem xét mô hình tham chiếu của ATM tương đương với các lớp khác nhau của mô hình OSI. Khi xét với các chức năng bên trên không thuộc ATM (IP, IPX.. ..) thì lớp vật lý của ATM tương ứng với lớp 1 trong mô hình OSI, lớp ATM và AAL tương ứng với lớp 2 của mô hình OSI, nhưng trường địa chỉ trong phần tiêu đề của tế bào ATM lại có ý nghĩa như lớp thứ 3 của mô hình OSI. Hình 6.6 chỉ ra mối quan hệ giữa mô hình tham chiếu của B-ISDN và mô hình 7 lớp OSI.



Hình 6.6. *Mối quan hệ giữa mô hình của B-ISDN và mô hình 7 lớp OSI.*

Mặt phẳng người sử dụng (User Plane)

Dòng thông tin tới các lớp trong mô hình được điều khiển trong mặt phẳng người dùng, mặt phẳng này còn có các chức năng như sửa lỗi truyền dẫn, điều khiển tắc nghẽn, giám sát dòng dữ liệu.

Mặt phẳng điều khiển (Control Plane)

Chịu trách nhiệm thiết lập, giải phóng và giám sát các kết nối. ATM là cơ chế truyền định hướng (Connection- Oriented). Điều này có nghĩa là mỗi kết nối trong lớp ATM trước tiên phải được gán một bộ nhận dạng số duy nhất thông qua các thủ tục báo hiệu của mặt phẳng điều khiển. Số này có thể là bộ nhận dạng đường ảo (VPI) hoặc bộ nhận dạng kênh ảo (VCI).

Mặt phẳng quản lý (Management Plane).

Mặt phẳng này có hai chức năng là quản lý mặt phẳng và quản lý lớp.

Quản lý mặt phẳng phối hợp các chức năng và thủ tục của các mặt phẳng quản lý. Quản lý mặt phẳng chịu trách nhiệm về các chức năng như báo hiệu trao đổi và dòng thông tin OAM để điều khiển các

thủ tục báo hiệu (nghĩa là báo hiệu cho báo hiệu). Chúng ta cần kênh này vì báo hiệu trong các mạng băng rộng phức tạp và rộng hơn báo hiệu kênh D trong N-ISDN. Thông tin về OAM được dùng để giám sát chất lượng mạng và quản lý lưu trữ tại lớp ATM.

Các lớp trong mô hình gồm có :

- Lớp vật lý.
- Lớp ATM.
- Lớp tương thích ATM (AAL).
- Các lớp bậc cao.

Chức năng của các lớp này được chỉ ra trong bảng 6.4.

Bảng 6.4. ***Chức năng của các lớp trong B-ISDN***

	Các lớp cao hơn		
		CS	• Nhận/gửi các PDU từ/đến các lớp cao hơn và tạo dạng CS- PDU. • Kiểm tra sự khôi phục chính xác các CS-PDUs. • Phát hiện sự mất các tế bào của CS-PDU. • Cung cấp một vài chức năng ALL trong phần tiêu đề CS-PDU. • Chèn các tế bào bổ sung vào CS-PDUs. • Điều khiển luồng, gửi các thông điệp trả lời hoặc yêu cầu truyền lại các tế bào lỗi.
			• Tạo các tế bào từ CS-PDU, khôi phục các CS-PDUs từ tế bào . • Tạo ra trường kiểu đoạn như BOM, COM, EOM, SSM. • Kiểm tra mà dư vòng CRC của trường dữ liệu của tế bào. • Tạo ra hai Byte tiêu đề và hai Byte cuối cùng của SAP-PDU.

	ATM		• Điều khiển luồng chính. • Tạo ra hoặc tách phần tiêu đề của tế bào. • Đọc và thay đổi phần tiêu đề của tế bào. • Thực hiện phân kênh/ ghép kênh các tế bào.
	Lớp Vật Lý	TC	• Thêm vào hoặc lấy ra các tế bào trống (khử ghép giữa tốc độ tế bào và tốc độ truyền dẫn). • Tạo và kiểm tra mã HEC. • Nhận biết giới hạn của tế bào . • Biến đổi dòng tế bào thành các khung phù hợp với hệ thống truyền dẫn. • Phát / khôi phục các khung truyền dẫn.
		PM	• Đồng bộ bit. • Thu, phát số liệu.

6.2.4. Lớp vật lý

Sự khác nhau của lớp vật lý ATM với lớp vật lý trong mô hình OSI là trong mô hình OSI tại lớp này công việc của nó liên quan đến việc truyền tải các phần tử bé nhất đó là các bit từ điểm này đến điểm khác. Còn trong ATM phần tử bé nhất lại là các tế bào. Vì vậy chức năng chính của lớp vật lý trong ATM là *tải các tế bào* và chức năng này được thực hiện bởi lớp con *hội tụ truyền dẫn*. Lớp con này đứng trên lớp con đường truyền vật lý. Do vậy trong ATM lớp vật lý được chia thành hai lớp con là:

- Lớp đường truyền vật lý (PM) liên quan đến các chức năng thông thường của lớp vật lý như khả năng truyền dẫn các bit, mã hoá, giải mã, biến đổi quang điện....

- Lớp con hội tụ truyền (TC) thực hiện các chức năng như chèn hoặc tách các tế bào trống, tạo và xử lý mã điều khiển lỗi tiêu đề, nhận biết giới hạn tế bào, khuôn dạng tế bào, phối hợp tốc độ tải trọng của các khuôn dạng vận chuyển khác nhau được sử dụng tại lớp vật lý.

Theo hướng từ lớp vật lý tới lớp ATM, luồng số liệu chuyển tải qua ranh giới giữa hai lớp là luồng các tế bào hợp lệ. Tế bào hợp lệ là tế bào mà mào đầu tế bào không có lỗi. Việc kiểm tra lỗi mào đầu tế bào được thực hiện ở lớp con TC. Theo hướng ngược lại, từ lớp ATM tới lớp vật lý, luồng tế bào ATM được ghép thêm thông tin phân tách tế bào và thông tin về khai thác và bảo dưỡng (OAM) liên quan đến luồng tế bào này.

a. Lớp con đường truyền vật lý PM (Physical Medium)

Lớp này là lớp thấp nhất trong mô hình, các chức năng của nó hoàn toàn phụ thuộc vào môi trường truyền dẫn vật lý cụ thể. Lớp này cung cấp các khả năng truyền dẫn bit, nó cũng làm nhiệm vụ mã hoá dòng bit theo mã đường truyền và nếu cần thiết thực hiện biến đổi quang điện. Lớp PM còn có nhiệm vụ đồng bộ bit. Tuỳ loại giao diện là điện hay quang mà người ta sử dụng các loại mã đường truyền khác nhau.

Các tế bào ATM được truyền đi theo nguyên tắc sau: các Byte trong tế bào được gửi đi theo thứ tự từ 1÷53, nghĩa là trường tiêu đề được gửi trước, các bit trong Byte được gửi đi theo thứ tự từ bit thứ 8 đến bit thứ 1. Các tế bào được truyền là một chuỗi liên tục. Để đảm bảo phần Payload được phân biệt với phần Header, Payload được phát đi dưới dạng *đã đổi tần*. Tuỳ theo phương pháp phát tế bào vào trong đường truyền vật lý mà có các thuật mã hóa, giải mã khác nhau. Chế độ phát tế bào trực tiếp lên lớp vật lý dùng phương pháp DSS (Distributed Sample Scrambing) và đa thức sinh là $x^{31}+x^{28}+1$, phương pháp sắp xếp tế bào vào các khung truyền dẫn đang tồn tại dùng thuật toán SSS (Synchronous Sample Scrambing) với đa thức sinh là $x^{43}+1$.

Khoảng cách cực đại giữa các tế bào kế tiếp nhau của lớp vật lý là 26 tế bào lớp ATM: Nghĩa là sau 26 tế bào lớp ATM các tế bào vật lý được chèn vào để tạo ra dung lượng thích hợp với tốc độ của giao diện. Tế bào vật lý cũng được chèn khi không có tế bào ATM được truyền đi. Các tế bào lớp vật lý được chèn thêm có thể là tế bào rỗng

hoặc là các tế bào lớp vật lý theo yêu cầu về OAM. Các tế bào OAM lớp vật lý được dùng để truyền tải các thông tin OAM của lớp vật lý. Số lượng tế bào OAM được chèn phụ thuộc và các yêu cầu về OAM. Tuy nhiên trong một chặng truyền dẫn nhiều nhất là sau 26 và ít nhất là sau 512 tế bào, phải có một tế bào OAM.

b. Lớp con hội tụ truyền

Lớp con hội tụ truyền có các chức năng sau:

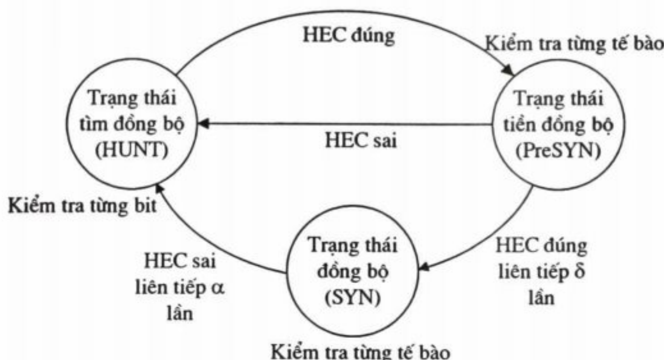
- Thêm và và lấy ra các tế bào rỗng. Khi tại mức vật lý không có các tế bào chứa thông tin hữu ích, tế bào không xác định hoặc tế bào OAM thì các tế bào rỗng sẽ được chèn vào để cho tốc độ dòng các tế bào phù hợp với tốc độ truyền dẫn cho trước của đường truyền.
- Tạo và kiểm tra mã HEC. Giá trị của mã HEC được tính thông qua 4 Byte đầu trong phần Header của tế bào ATM và sử dụng đa thức sinh x^8+x^2+x+1. Giá trị của HEC chính là phần dư của phép chia Modul 2 của tích 4 Byte đầu với x^8 cho đa thức sinh x^8+x^2+x+1. Quá trình phát hiện và sửa lỗi được mô tả trong hình 6.7.

Phần thu hoạt động theo hai phương thức. Phương thức ngầm định dùng để sửa các lỗi đơn. Mào đầu tế bào được kiểm tra và khi phát hiện thấy lỗi đơn thì lỗi này sẽ được sửa. Nếu phát hiện thấy lỗi nhóm thì tế bào đó sẽ bị huỷ. Sau khi phát hiện ra lỗi (đơn hay nhóm) thì hệ thống tự động chuyển sang chế độ phát hiện lỗi.



Hình 6.7. *Cơ chế phát hiện và sửa lỗi HEC.*

Nếu hệ thống tiếp tục phát hiện ra lỗi thì tế bào vẫn bị hủy dù lỗi đó là lỗi đơn hay lỗi nhóm. Hệ thống duy trì ở chế độ phát hiện lỗi cho tới khi không tiếp tục phát hiện ra tế bào lỗi nữa, lúc này hệ thống sẽ tự động quay về chế độ sửa sai.



Hình 6.8. *Sơ đồ nhận biết giới hạn tế bào.*

Nhận biết giới hạn tế bào

Chức năng này cho phép đầu thu nhận biết được giới hạn tế bào. Việc nhận biết dựa vào sự tương quan giữa các bit trong phần tiêu đề và mã HEC tương ứng. Quá trình này được trình bày trong hình 6.8. Đầu tiên đầu thu được đặt ở trạng thái tìm đồng bộ (HUNT). Ở trạng thái này hệ thống sẽ thực hiện kiểm tra từng bit một trong phần Header của tế bào. Nếu không phát hiện ra lỗi thì hệ thống sẽ tự động chuyển sang trạng thái tiền đồng bộ PreSYN. Ở trạng thái PreSYN, hệ thống tiếp tục thực hiện kiểm tra cho α tế bào tiếp theo. Nếu sau α lần không phát hiện lỗi thì hệ thống chuyển sang trạng thái đồng bộ SYN, còn nếu có lỗi thì lại trở về trạng thái tìm đồng bộ HUNT. Ở trạng thái đồng bộ, hệ thống lại tiếp tục kiểm tra cho tế bào δ tiếp theo. Nếu phát hiện ra lỗi thì tự động chuyển về trạng thái tìm đồng bộ HUNT. Các tham số α và δ được chọn phải thoả mãn được các yêu cầu về độ an

toàn và tính hoạt động của quá trình phân tách tế bào. Các tham số này được đưa ra trong khuyến nghị I.432 như bảng sau.

	α	δ
Lớp vật lý trên cơ sở SDH	7	6
Lớp vật lý trên cơ sở tế bào	7	9

Biến đổi dòng tế bào thành các khung truyền dẫn. Đây là chức năng chuyển đổi các tế bào thành khung truyền dẫn tại trạm phát và khôi phục lại các tế bào từ khung tại trạm thu. Các hệ thống thường được dùng là hệ thống phân cấp số đồng bộ SDH (Synchronous Digital Hierarchy) và hệ thống truyền dẫn dựa trên cơ sở tế bào (Cell-base Interface).

Phát và khôi phục các khung truyền dẫn.

Đây là chức năng dưới cùng trong lớp con TC, nó có chức năng tạo ra các khung truyền dẫn và ghép các tế bào ATM vào khung rồi gửi đi. Tại trạm thu thực hiện việc khôi phục tế bào. Cấu trúc của khung phụ thuộc vào hệ thống truyền dẫn được sử dụng. Kích thước của khung phụ thuộc vào tốc độ đường truyền.

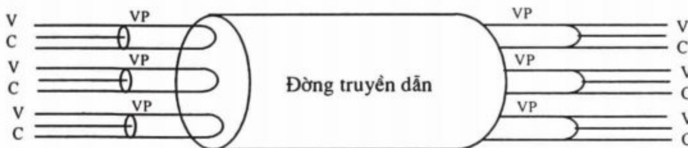
6.2.5. Lớp ATM

Lớp ATM là thành phần chủ yếu của mạng ATM, nó nằm trên lớp vật lý, các dịch vụ chính của mạng đều có thể tìm thấy ở lớp này. Các chức năng của lớp ATM *hoàn toàn độc lập với các chức năng của lớp vật lý dưới nó*. Lớp ATM có các chức năng chuyển các tế bào từ lớp tương thích ATM (AAL) đến lớp vật lý để truyền đi và ngược lại từ lớp vật lý đến các lớp AAL để sử dụng tại hệ thống mới. Các đơn vị thông tin trong lớp ATM là các tế bào. Mỗi tế bào có một bộ nhận dạng số chứa trong Header để gắn nó tới kết nối xác định.

ATM sử dụng các *đấu nối ảo* để vận chuyển thông tin và được chia làm hai mức: mức đường ảo và mức kênh ảo.

Kênh ảo VC(Virtual Channel) là kênh thông tin cung cấp khả năng truyền đơn hướng các tế bào ATM .

Đường ảo VP(Virtual Path) là sự kết hợp có tính chất logic hoặc của một nhóm các kênh ảo thành một "bó" mà nó có cùng một đặc tính lưu lượng và được truyền đi cùng một đường trong mạng. Một đường truyền vật lý (như cáp quang chẳng hạn) có thể chứa nhiều đường kết nối ảo. Hình 3.8 mô tả quá trình kết hợp các VCs, VPs và đường truyền.



Hình 6.9. *Sự kết hợp các kênh ảo, đường ảo.*

- Một số khái niệm liên quan đến kênh ảo và đường ảo

Các khái niệm này gồm có liên kết đường ảo, liên kết kênh ảo, cuộc nối kênh ảo, cuộc nối đường ảo.

Cuộc nối kênh ảo VCC là tập hợp của một số liên kết. Theo định nghĩa của ITU-T: VCC là sự móc nối của các liên kết kênh ảo giữa hai điểm truy nhập vào lớp tương thích ATM. Thực chất VCC là một đường nối logic giữa hai điểm dùng để truyền các tế bào ATM. Thông qua VCC thứ tự truyền các tế bào ATM sẽ được bảo toàn. Có 4 phương pháp được dùng để thiết lập một cuộc nối kênh ảo tại giao diện UNI.

- Các VCCs cố định (Permanent) hoặc bán cố định (Semi-Parmanent) được thiết lập tại thời điểm định trước mà không cần báo hiệu.
- Một VCC được thiết lập/giải phóng bằng cách sử dụng một thủ tục báo hiệu trao đổi.

- Thiết lập/giải phóng một VCC đầu cuối được thực hiện bằng một thủ tục báo hiệu từ người sử dụng đến mạng.
- Nếu một PVC đang tồn tại giữa hai UNI, thì một VCC trong VPC này có thể được thiết lập/ giải phóng bằng việc sử dụng một giao thức báo hiệu từ người sử dụng tới người sử dụng.

Cuộc nối đường ảo VPC (Virtual Path Connection) là sự *móc nối của một số liên kết đường ảo*. VPC là sự kết hợp logic của các VCCs (Virtual Channel Connection). Trong một VPC mỗi liên kết kênh ảo đều có một số nhận dạng VCI (Virtual Channel Indentifier) riêng. Tuy vậy những VCs thuộc về các VP khác nhau có thể có cùng số VCI. Mỗi VC được nhận dạng duy nhất thông qua tổ hợp hai giá trị VPI và VCI. Có 3 phương pháp sau được sử dụng để thiết lập/ giải phóng một VPC giữa các điểm cuối VPC:

- Một VPC được thiết lập/giải phóng dựa trên một kênh định trước và do đó không cần thủ tục báo hiệu.
- Việc thiết lập/giải phóng VPC có thể được điều khiển bởi khách hàng. Các thủ tục quản lý mạng dùng cho mục đích này.
- Một VPC cũng có thể được thiết lập/giải phóng bởi mạng sử dụng các thủ tục quản lý mạng.

Nhiệm vụ trung tâm của lớp ATM là *biến đổi địa chỉ mạng ở các lớp cao thành các giá trị VPI và VCI tương ứng*. Các giá trị VPI và VCI được tạo ra dựa trên số hiệu nhận dạng của điểm truy nhập dịch vụ SAP. Tại đầu thu, trường tiêu đề được tách ra khỏi tế bào ATM. Tại đây giá trị VPI và VCI được dùng để nhận dạng điểm truy nhập dịch vụ.

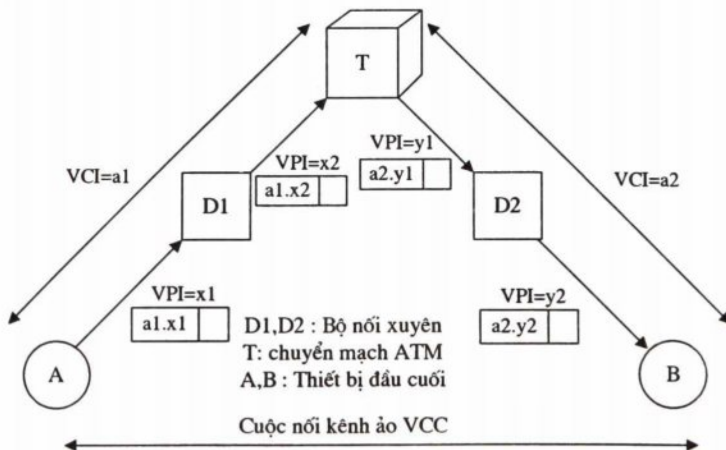
Phân kênh và hợp kênh các tế bào: Tại đầu phát các tế bào thuộc về các kênh ảo và đường ảo khác nhau được hợp thành một dòng tế bào duy nhất. Tại đầu thu dòng tế bào ATM được phân thành các đường ảo và kênh ảo độc lập để đi tới các thiết bị.

Biến đổi VPI/VCI nếu các tế bào được định tuyến thông qua các chuyển mạch ATM hoặc các nút nối xuyên thì các giá trị VPI/VCI đưa tới các thiết bị này cần phải được biến đổi thành các giá trị VPI/VCI mới để xác định đích mới của tế bào.

- Nguyên lý chuyển mạch ATM

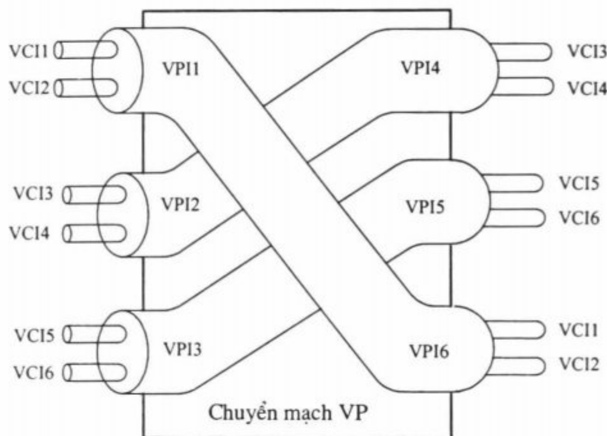
Việc chuyển mạch các tế bào ATM được thực hiện trên cơ sở các giá trị VCI, VPI. Như đã trình bày ở trên VCI, VPI chỉ có giá trị trên một chặng kết nối cụ thể.

Khi tế bào đến nút chuyển mạch, giá trị của VPI hoặc cả giá trị VPI, VCI đều được thay đổi cho phù hợp với chặng tiếp theo. Thiết bị chuyển mạch chỉ dựa trên giá trị VPI được gọi là *chuyển mạch VP* (VP Switch), *nút nối xuyên* (ATM Cross- Connect) hoặc *bộ tập trung* (Concentrator). Nếu thiết bị chuyển mạch thay đổi cả hai giá trị VPI, VCI thì nó được gọi là *chuyển mạch VC* hoặc *chuyển mạch ATM.*



Hình 6.10. *Cuộc nối kênh ảo thông qua các nút chuyển mạch và bộ nối xuyên.*

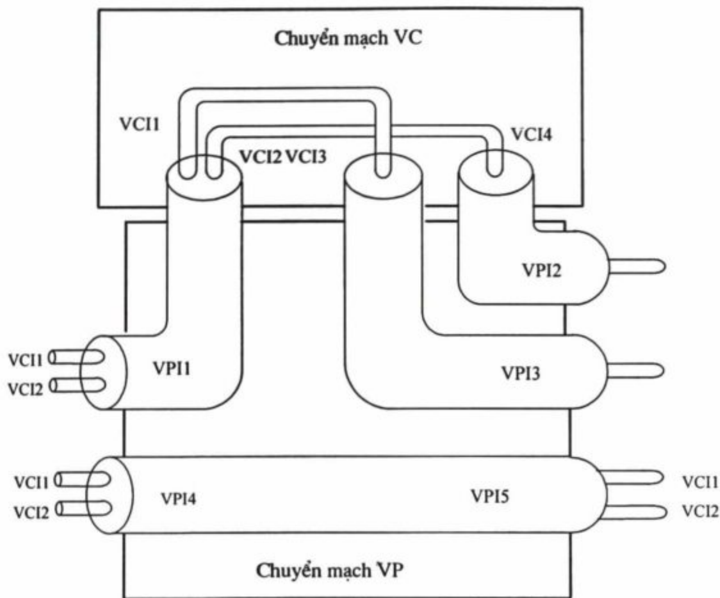
Hình 6.10 mô tả một cuộc nối VCC thông thường, T là nút chuyển mạch nơi mà VCI, VPI đều bị thay đổi, A, B là các thiết bị đầu cuối, D_1, D_2 là các bộ nối xuyên, nơi chỉ thay đổi giá trị VPI, a_i, x_i, y_i là các giá trị VCI, VPI tương ứng.



Hình 6.11. *Nguyên tắc chuyển mạch VP.*

Hình 6.11 là sơ đồ nguyên lý chuyển mạch VP. Chuyển mạch VP là nơi bắt đầu và kết thúc của các liên kết đường ảo, do vậy nó phải chuyển các giá trị VPI ở đầu vào thành các giá trị VPI tương ứng ở đầu ra sao cho các liên kết này thuộc về cùng một cuộc nối đường ảo cho trước. Lúc này giá trị VCI được giữ không đổi.

Khác với chuyển mạch VP, chuyển mạch VC là điểm cuối của các liên kết kênh ảo và đường ảo. Vì vậy trong chuyển mạch VC, giá trị của VCI và VPI đều thay đổi. Vì trong chuyển mạch VC bao gồm cả chức năng chuyển mạch VP nên chuyển mạch VC có thể thực hiện chức năng của một chuyển mạch VP. Hình 6.12 giả thích nguyên lý chuyển mạch VC.



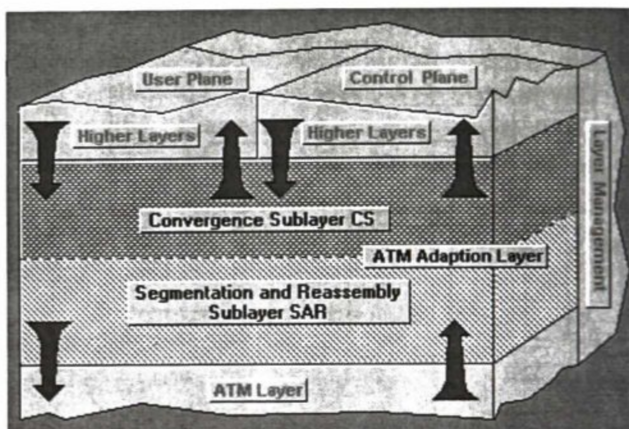
Hình 6.12. *Nguyên lý chuyển mạch VC.*

6.2.6. ATM adaption layer (AAL)

AAL phụ thuộc vào loại dịch vụ. Chức năng chính của nó là phát ra tải trọng tế bào và cấu hình lại khối dữ liệu hay chuyển tiếp các tín hiệu hữu ích. Hay nói cách khác lớp AAL có nhiệm vụ tạo ra sự tương thích giữa các dịch vụ được cung cấp bởi lớp ATM với các lớp cao hơn.

- AAL nhận thông tin từ higher layer và các lĩnh vực khác.

- AAL chuyển các payload đến ATM layer và các lĩnh vực phụ.



Hình 6.13. *Quan hệ giữa lớp AAL và các lớp khác trong mô hình tham chiếu B-ISDN.*

AAL có 2 lớp con:

- Convergence sublayer (CS).
- Segmentation and Reassembly sublayer (SAR).

- Chức năng chính của AAL là:

SAR: Phân đoạn các thông tin 1 cách thích hợp đưa vào Tế bào ATM hay cấu hình lại thông tin từ các phần thu được.

CS: phụ thuộc vào các loại dịch vụ, nó cung cấp các giao tiếp với higher layer

- Service dependence của AAL là nguyên nhân để phân loại các lớp và các loại dịch vụ tương ứng.

Bảng 6.5. ***Bảng phân loại các nhóm AAL***

	Nhóm A	Nhóm B	Nhóm C	Nhóm D
Mối quan hệ thời gian giữa nguồn và đích	Yêu cầu thời gian thực		Không yêu cầu thời gian thực	
Tốc độ truyền	Không đổi	Thay đồi		
Kiểu liên kết	Hướng liên kết			Không liên kết

Nhóm A: (Mô phỏng chuyển mạch kênh): Phục vụ các dịch vụ yêu cầu thời gian thực, tốc độ truyền không đổi, kiểu truyền hướng liên kết. Các dịch vụ loại này thường là tiếng nói và tín hiệu video có tốc độ không đổi.

Nhóm B: là các dịch vụ thời gian thực, tốc độ truyền thay đổi, kiểu truyền hướng liên kết. Các dịch vụ của nó thường là tín hiệu audio và video có tốc độ thay đổi.

Nhóm C: là các dịch vụ không yêu cầu thời gian thực, tốc độ truyền thay đổi, phương pháp truyền hướng liên kết . Nó phục vụ cho các dịch vụ truyền số liệu hướng liên kết và báo hiệu.

Nhóm D: Bao gồm các dịch vụ không yêu cầu thời gian thực, tốc độ thay đổi, kiểu truyền không liên kết. Được sử dụng cho các dịch vụ truyền số liệu không liên kết.

Các loại AAL:

1. AAL kiểu 1: phục vụ cho các dịch vụ thuộc nhóm A, nó thu hoặc phát các SDU (Service Data Unit) của lớp trên theo thời gian thực với tốc độ truyền không đổi. Các chức năng cơ bản của ALL 1 bao gồm: phân tách và tạo lại (SAR) thông tin của người sử dụng, xử lý trễ truyền và tạo tế bào, xử lý lỗi khi mất hoặc chèn nhầm tế bào, khôi phục đồng bộ ở đầu thu, phát hiện lỗi trong trường hợp thông tin điều khiển tế bào và khôi phục lại cấu trúc thông tin tại bên nhận.

2. AAL kiểu 2: sử dụng cho các dịch vụ có tốc độ thay đổi được truyền theo thời gian thực (nhóm B). Các chức năng của AAL 2 vẫn chưa được định nghĩa rõ ràng. Tuy vậy có thể cho rằng AAL 2 được phát triển từ AAL 1, nó có các chức năng như sau: trao đổi số liệu có tốc độ thay đổi giữa lớp cao hơn với lớp ATM, xử lý trễ tế bào, phân tách và khôi phục lại thông tin cho người sử dụng, xử lý các loại lỗi tế bào cũng như tách tín hiệu đồng bộ ở đầu thu.

3. AAL kiểu 3/4: AAL 3/4 được phát triển từ AAL 3 (phục vụ cho các dịch vụ loại C) và AAL 4 (phục vụ cho các dịch vụ loại D). Ngày nay, hai kiểu AAL trên hợp lại thành AAL 3/4 , lớp AAL này thỏa mãn các dịch vụ thuộc loại C và D. AAL 3/4 cung cấp hai dịch vụ cơ bản là: dịch vụ kiểu thông điệp (Message Mode Service) để truyền các số liệu được đóng thành khung và dịch vụ kiểu dòng bit (Streaming Mode Service) để truyền số liệu ở tốc độ thấp với yêu cầu trễ nhỏ.

4. AAL kiểu 5: phục vụ cho các dịch vụ có tốc độ thay đổi, không theo thời gian thực. Cũng giống như AAL 3/4 , AAL 5 được sử dụng chủ yếu cho các yêu cầu về truyền số liệu. Tuy vậy, ITU-T đưa ra AAL 5 nhằm mục đích giảm độ dài phần thông tin điều khiển giao thức PCI (Protocol Control Information). AAL 5 có các chức năng và giao thức hoạt động như AAL 3/4 .Điểm khác nhau chính của hai loại này là AAL 5 không đưa ra khả năng phân/hợp kênh, do đó nó không có trường MID. AAL 5 chủ yếu sử dụng cho báo hiệu trong mạng ATM.

6.3. Hệ thống chuyển mạch trong ATM

6.3.1. Tổng quan

Trong ATM có hai thiết bị thực hiện chức năng chuyển mạch các tế bào, đó là chuyển mạch ATM (ATM switch hay VC switch) và bộ nối xuyên (Cross Connect hay VP switch). Hai thiết bị này thực hiện các chức năng chính:

- Đọc các VPI/VCI của tế bào ở đầu vào và thay đổi giá trị của chúng ở đầu ra.

- Truyền tế bào ATM từ đầu vào đến các đầu ra cho trước.

Trong chuyển mạch ATM các phần tử chuyển mạch được sử dụng để nối giữa đầu vào đầu ra bất kỳ ở nút chuyển mạch. Về mặt nguyên tắc, nút chuyển mạch có thể được xây dựng từ một hoặc vài phần tử chuyển mạch. Tuy nhiên trên thực tế, một số ít các phần tử chuyển mạch không đủ thỏa mãn yêu cầu về dung lượng cho một nút cỡ trung bình, do đó nút chuyển mạch thường có cấu trúc được xây dựng từ nhiều phần tử chuyển mạch.

Yêu cầu về tốc độ truyền của tế bào trong nút chuyển mạch rất lớn, cỡ vài Gbit/s, mặt khác trễ ở nút cũng như tỷ lệ mất tế bào cần phải giảm xuống tối thiểu. Do đó không thể sử dụng bộ điều khiển trung tâm ở nút để chuyển mạch các tế bào, chỉ có chuyển mạch với cấu trúc song song mới có thể thỏa mãn được các yêu cầu chặt chẽ trên.

Cấu trúc của chuyển mạch ATM có thể được chia thành hai phần là phần cứng và phần mềm:

Phần cứng của nút chuyển mạch bao gồm:

- Giao diện của nút chuyển mạch có tác dụng làm cho dòng thông tin đi vào nút chuyển mạch tương thích với phần lõi bên trong về mặt tốc độ cũng như dạng của tế bào.

- Phần lõi là chuyển mạch không gian cung cấp các khả năng chuyển mạch các cuộc nối từ điểm tới điểm và từ điểm tới nhiều điểm. Chúng bao gồm bộ tập trung (Concentralor), bộ hợp kênh (multiplexer) và ma trận chuyển mạch.

- Nút chuyển mạch ATM được điều khiển và giám sát bởi phần mềm. Phần mềm của chuyển mạch ATM gồm có ba nhóm chức năng chính:

- Xử lý lưu lượng đi qua nút chuyển mạch.

- Thực hiện các chức năng vận hành và bảo dưỡng ở nút chuyển mạch.

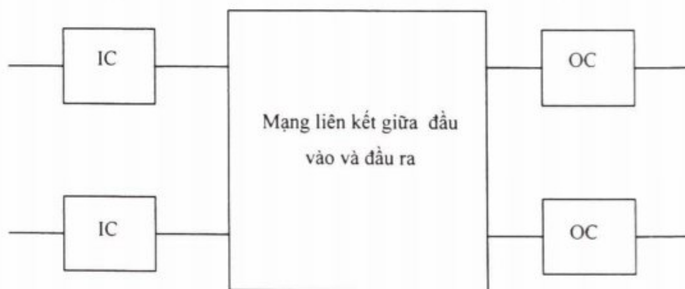
- Quản lý các chức năng hệ thống.

6.3.2. Các phần tử chuyển mạch

a. Cấu tạo chung của phần tử chuyển mạch:

Phần tử chuyển mạch là đơn vị cơ bản trong cấu trúc của hệ thống chuyển mạch. Tại đầu vào, các thông tin về chọn đường được phân tích, căn cứ trên kết quả phân tích đó mà các tế bào được đưa tới đầu ra thích hợp. Nói chung, các phần tử chuyển mạch bao gồm một mạng liên kết giữa đầu vào và đầu ra, bộ điều khiển đầu vào IC (Input Controller) tại mỗi cổng vào và bộ điều khiển đầu ra OC (Output Controller) tại mỗi cổng ra. Để tránh việc mất tế bào khi xảy ra đụng độ bên trong do hai hoặc nhiều tế bào cùng tranh chấp một đầu ra, phần tử chuyển mạch cần có các bộ đệm.

Các tế bào tới phần tử chuyển mạch được đồng bộ với đồng hồ bên trong thông qua bộ điều khiển đầu vào IC, OC có nhiệm vụ chuyển các tế bào mà nó nhận được từ mạng liên kết đầu vào tới đầu ra cho trước. IC và OC liên kết với nhau thông qua mạng liên kết đầu vào đầu ra.Người ta phân loại phần tử chuyển mạch theo cấu trúc của mạng liên kết đầu vào đầu ra và cách thức tổ chức bộ đệm, các loại phần tử chuyển mạch khác nhau sẽ được xem xét dưới đây.

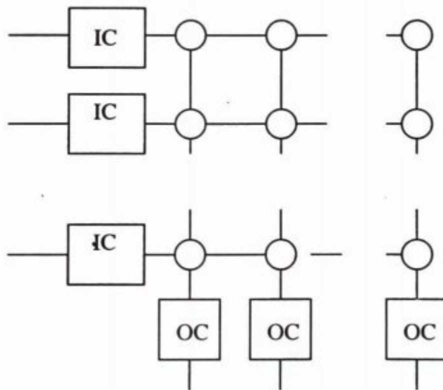


Hình 6.14. *Mô hình cấu tạo chung của phần tử chuyển mạch.*

b. Phần tử chuyển mạch theo kiểu ma trận

Trong phần tử chuyển mạch theo kiểu ma trận, mạng liên kết đầu vào đầu ra có cấu trúc ma trận chữ nhật, ma trận này cho phép nối giữa một đôi đầu vào và đầu ra rỗi bất kỳ. Việc nối đầu vào với các đầu ra được thực hiện trên các thông tin liên quan tới phần định tuyến nằm trong phần tiêu đề (Header) của tế bào ATM. Phần tử chuyển mạch theo kiểu ma trận lại được chia thành ba loại với cách tổ chức bộ đệm khác nhau:

- Bộ đệm đầu vào.
- Bộ đệm đầu ra.
- Bộ đệm tại giao điểm của ma trận.



Hình 6.15. *Phần tử chuyển mạch ma trận.*

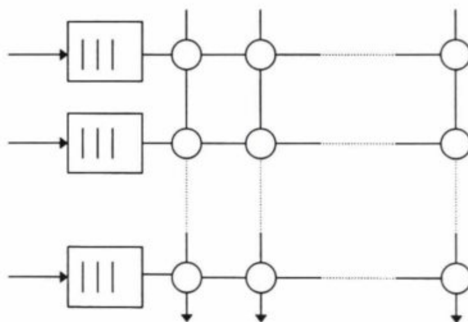
IC: Input Controller

OC: Output Controller

Bộ đệm đầu vào:

Trong phần tử chuyển mạch dùng bộ đệm đầu vào, bộ đệm tế bào được đặt ở bộ điều khiển đầu vào. Nếu sử dụng đệm kiểu FIFO,

đụng độ sẽ xảy ra nếu hai hoặc vài tế bào ở đầu hàng đợi cùng tranh chấp một đầu ra. Trong trường hợp này trừ một tế bào được quyền đi tới đầu ra đó, tất cả tế bào còn lại sẽ bị tắc nghẽn. Hậu quả kéo theo là các tế bào nằm sau tế bào nghẽn ở đầu hàng cũng bị tắc nghẽn. Để khắc phục nhược điểm này có thể thay bộ nhớ FIFO bằng bộ nhớ RAM. Nếu tế bào đầu tiên bị tắc nghẽn, những tế bào sau vẫn có thể truyền tới các đầu ra rỗi cho trước. Tuy vậy việc sử dụng RAM yêu cầu các cơ chế quản lý bộ nhớ phức tạp hơn để đảm bảo những tế bào được chọn tới các đầu ra rỗi cũng như đảm bảo thứ tự truyền các tế bào tới cùng một đầu ra. Ngoài ra cũng có thể truyền các tế bào tại cùng một bộ đệm đồng thời tới các đầu ra khác nhau thì các bộ đệm phải có nhiều đầu ra hoặc thời gian truy nhập giảm xuống.

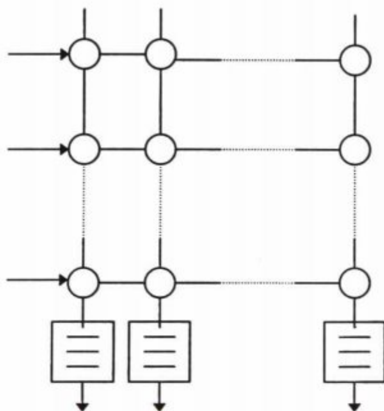


Hình 6.16. *Cấu trúc phần tử chuyển mạch có đệm đầu vào.*

Bộ đệm tại đầu ra:

Hình sau minh họa phần tử chuyển mạch sử dụng bộ đệm đầu ra. Tắc nghẽn chỉ xảy ra khi tốc độ vận hành của ma trận chuyển mạch bằng với tốc độ của dòng tế bào đầu vào. Nhược điểm này có thể được khắc phục bằng việc giảm thời gian truy nhập bộ đệm và tăng tốc độ hoạt động của ma trận chuyển mạch (thực chất tốc độ hoạt động ở đây là tốc độ ghi đọc của RAM). Tuy vậy yêu cầu tốc độ hoạt động cao sẽ

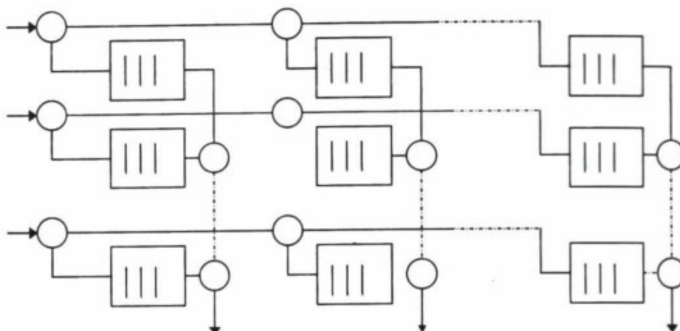
dẫn tới giới hạn về kích thước của các phần tử chuyển mạch. Thật vậy, để không xảy ra tắc nghẽn bên trong phần tử chuyển mạch dùng bộ đệm đầu ra có kích thước b*b phải có tốc độ hoạt động tăng lên b lần để trong trường hợp xấu nhất, khi có b tế bào cùng đồng thời yêu cầu một đầu ra như nhau thì tắc nghẽn cũng không xảy ra, vì vậy kích thước của phần tử chuyển mạch sẽ không thể lớn tùy ý. Trong trường hợp ngược lại , nếu tốc độ hoạt động của phần tử chuyển mạch không đảm bảo thì bắt buộc phải bổ sung thêm bộ đệm đầu vào để tránh mất tế bào do tắc nghẽn bên trong.



Hình 6.17. *Cấu trúc phần tử chuyển mạch có bộ đệm đầu ra.*

Bộ đệm tại giao điểm của ma trận chuyển mạch:

Bộ đệm cũng có thể nằm tại giao điểm của ma trận chuyển mạch . Cấu trúc phần tử chuyển mạch loại này cho phép các tế bào đi tới các đầu ra khác nhau không ảnh hưởng tới nhau. Nếu các tế bào nằm ở những bộ đệm khác nhau có cùng một đầu ra thì logic điều khiển cần phải chọn xem bộ đệm nào sẽ được phục vụ đầu tiên. Cấu trúc phần tử chuyển mạch kiểu này có nhược điểm là bộ đệm ở giao điểm có kích thước nhỏ và không chia sẻ được bộ đệm.



Hình 6.18. *Cấu trúc phần tử chuyển mạch ma trận có bộ đệm tại giao điểm.*

Giải quyết tranh chấp giữa các tế bào:

Trong trường hợp nhiều tế bào cùng đồng thời tranh chấp một đầu ra, cần phải có cơ chế giải quyết tranh chấp một cách công bằng và giảm thiểu tỷ lệ mất tế bào. Sau đây là một số phương pháp lựa chọn :

Phương pháp ngẫu nhiên: Tế bào sẽ được lựa chọn một cách ngẫu nhiên giữa vài tế bào cùng tranh chấp một đầu ra.

Phương pháp chu kỳ: Các bộ đệm được phục vụ theo chu kỳ tuần hoàn.

Phụ thuộc vào trạng thái bộ đệm: Tế bào của bộ đệm dài nhất sẽ được phục vụ đầu tiên. Đối với phương pháp này, cần có thuật toán để tính toán độ dài của các bộ đệm có tế bào tranh chấp cùng một đầu ra.

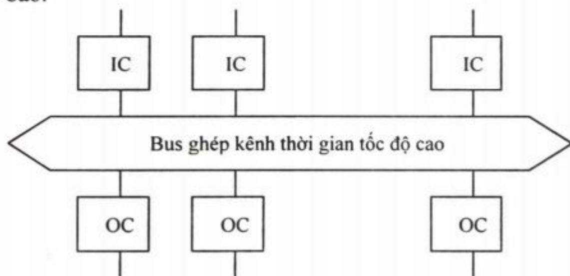
Phương pháp tính toán độ trễ: Phương pháp này yêu cầu phải tính toán toàn bộ các bộ đệm có tế bào cùng tranh chấp một đầu ra. Tế bào nào bị trễ lớn hơn sẽ được phục vụ trước. Phương pháp này phải giữ lại thông tin về trật tự của các tế bào có đầu ra như nhau.

Phương pháp ngẫu nhiên và chu kỳ thực hiện đơn giản nhưng có độ trễ rất cao. Trễ tế bào được giảm thiểu nếu dùng phương pháp tính

toán độ trễ. Trong phương pháp phụ thuộc vào trạng thái bộ đệm, xác suất mất tế bào là tối thiểu.

c. Phần tử chuyển mạch dùng kiểu Bus

Các phần tử chuyển mạch dùng kiểu bus sử dụng mạng liên kết đầu vào đầu ra là các bus ghép kênh theo thời gian tốc độ cao. Tắc nghẽn không xảy ra chỉ khi tổng dung lượng của kênh truyền lớn hơn hoặc bằng tổng dung lượng của tất cả các đầu vào. Để đảm bảo yêu cầu này, phần tử chuyển mạch kiểu bus sử dụng phương pháp truyền bit theo kiểu song song. Thuật toán truy nhập bus áp dụng ở đây cho phép bus truyền được chia sẻ cho mỗi bộ đệm theo một chu kỳ cho trước. Mỗi bộ điều khiển đầu vào có thể truyền tế bào tới một đầu ra trước khi hoàn thành việc nhận tế bào kế tiếp. Phần tử chuyển mạch kiểu bus cần có bộ đệm đầu ra để đề phòng trường hợp có vài tế bào cùng tới một đầu ra trong khi tại một thời điểm chỉ có thể đưa ra ngoài một tế bào.

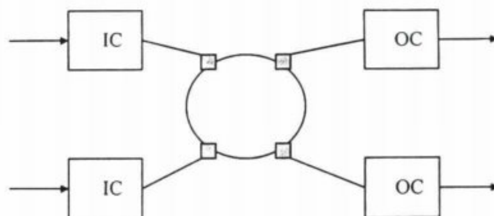


Hình 6.18. *Phần tử chuyển mạch kiểu Bus.*

d. Phần tử chuyển mạch dùng kiểu Ring

Phần tử chuyển mạch vòng có cấu trúc được minh họa như hình 6.19 sau. Tất cả các bộ điều khiển đầu vào và đầu ra được nối với nhau thông qua mạng hình vòng. Mạng liên kết đầu vào đầu ra hoạt động theo nguyên lý phân khe thời gian với dung lượng của vòng phải lớn hơn hoặc bằng tổng dung lượng của tất cả các đầu vào. Trong thực

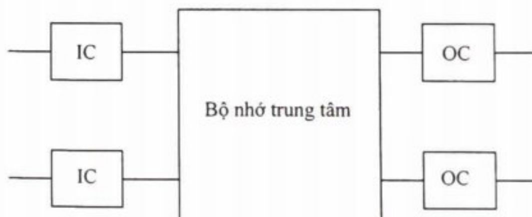
tế thường hay sử dụng phần tử chuyển mạch Orwell trong đó một vài vòng được sử dụng song song để đảm bảo yêu cầu về tốc độ.



Hình 6.19. *Cấu trúc phần tử chuyển mạch kiểu vòng.*

e. Phần tử chuyển mạch sử dụng bộ nhớ trung tâm

Trong phần tử chuyển mạch sử dụng bộ nhớ trung tâm, các bộ điều khiển đầu vào và đầu ra đều sử dụng một bộ nhớ chung duy nhất. Số liệu từ tất cả các đầu vào đều được ghi vào bộ nhớ này, số liệu được đọc ra bởi đầu ra bất kỳ. Bộ nhớ chung còn có thể được tổ chức thành các bộ đệm logic đầu vào và đầu ra. Bởi vì các bộ đệm cùng chia sẻ một bộ nhớ chung duy nhất nên dung lượng bộ nhớ yêu cầu trong trường hợp này nhỏ hơn nhiều so với trường hợp dùng các bộ nhớ riêng lẻ. Các phần tử chuyển mạch loại này thường làm việc theo nguyên tắc tự định đường. Mặt khác cũng cần phải lưu ý rằng phần tử chuyển mạch có bộ nhớ trung tâm phải được tổ chức thành các tầng song song để đảm bảo tần suất truy nhập bộ nhớ không lớn hơn tốc độ cho phép.



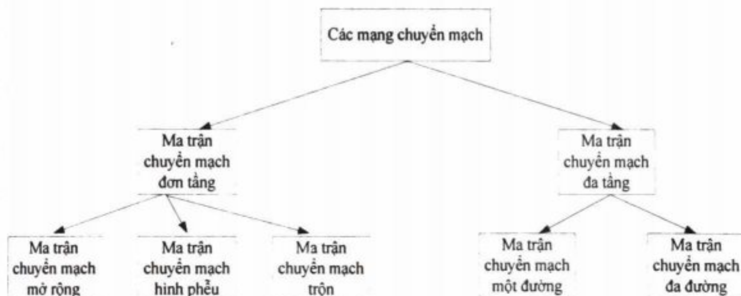
IC: Bộ điều khiển đầu vào; OC: Bộ điều khiển đầu ra

Hình 6.20. *Phần tử chuyển mạch sử dụng bộ nhớ trung tâm.*

6.3.3. Các mạng chuyển mạch

a. Phân loại

Sau khi nghiên cứu các loại phần tử chuyển mạch cơ bản, phần này sẽ xem xét tới các hệ thống mạng chuyển mạch khác nhau được xây dựng từ phần tử chuyển mạch cơ bản. Hình 6.21 thể hiện sự phân loại các mạng chuyển mạch.



Hình 6.21. *Phân loại các mạng chuyển mạch.*

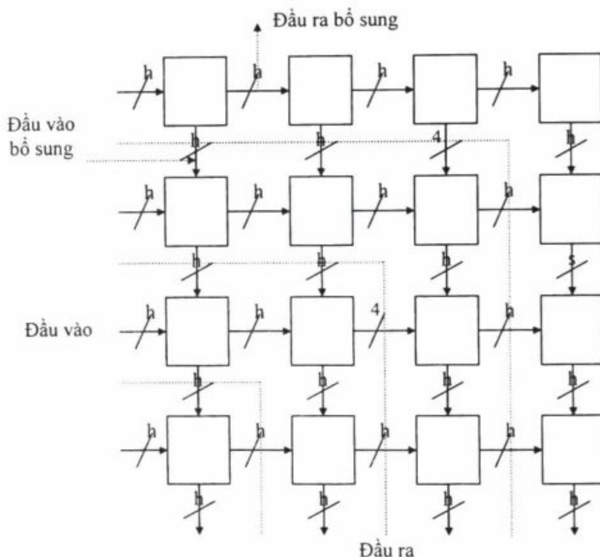
b. Mạng chuyển mạch đơn tầng

Trong mạng chuyển mạch đơn tầng, các đầu vào và đầu ra được nối với nhau bởi một tầng đơn các phần tử chuyển mạch.

Ma trận chuyển mạch mở rộng

Đây là một thí dụ của ma trận chuyển mạch mở rộng được tạo thành từ các phần tử chuyển mạch kích thước b*b. Tuy vậy khi sử dụng trong ma trận chuyển mạch mở rộng, các phần tử chuyển mạch cần phải được bổ sung b đầu vào hoặc b đầu ra. Tín hiệu được đưa tới đầu vào của cột phần tử chuyển mạch kế tiếp thông qua các đầu ra bổ sung. Đầu ra thường của các phần tử chuyển mạch được nối với đầu vào bổ sung của các phần tử chuyển mạch ở hàng dưới nó trong cùng một cột. Ưu điểm của ma trận chuyển mạch mở rộng là trễ qua mạng chuyển mạch nhỏ do mỗi tế bào chỉ được đưa vào bộ đệm một lần khi

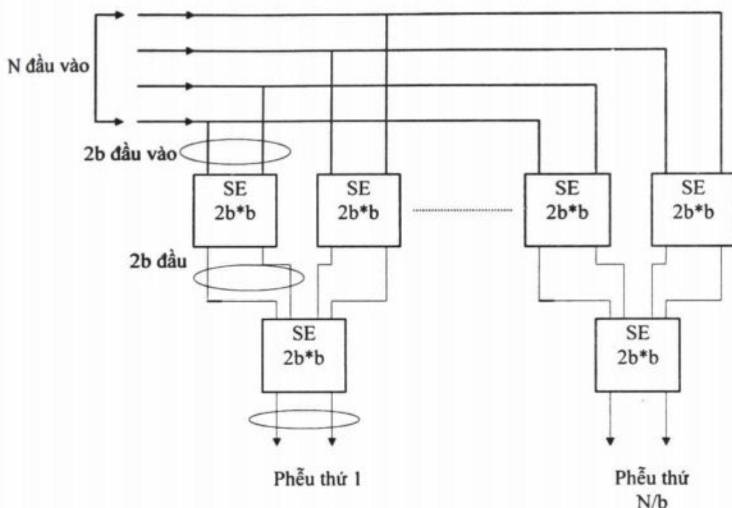
qua mạng. Khi số đầu vào tăng lên thì số phần tử chuyển mạch cũng phải tăng lên, điều này giới hạn kích thước của ma trận chuyển mạch mở rộng ở giá trị đầu vào, đầu ra là 64*64 và 128*128.



Hình 6.22. *Ma trận chuyển mạch mở rộng.*

Mạng chuyển mạch hình phễu

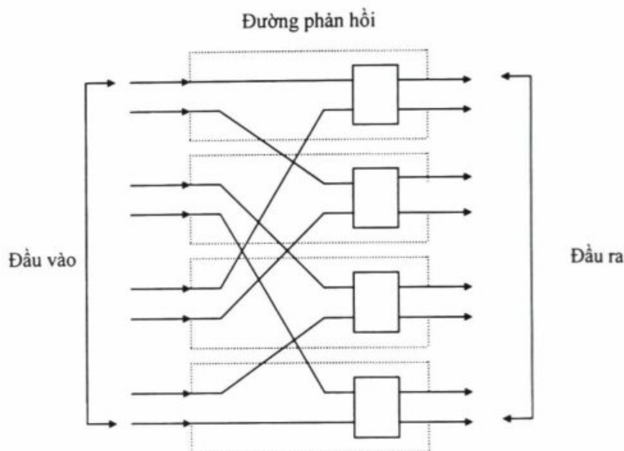
Trong mạng chuyển mạch không tắc nghẽn trên hình 6.23 các phần tử chuyển mạch được nối với nhau theo một cấu trúc giống như hình phễu. Tất cả phần tử chuyển mạch đều có 2b đầu vào và b đầu ra. Có thể coi mỗi phễu là một ma trận chữ nhật có N đầu vào và b đầu ra. Như vậy, trong mạng chuyển mạch N đầu vào và N đầu ra sẽ có tổng cộng N/b phễu mắc song song với nhau. Cấu trúc chuyển mạch hình phễu cũng chỉ được áp dụng với các mạng chuyển mạch có kích thước nhỏ cỡ khoảng 32*16 hoặc 128*128.



Hình 6.23. *Mạng chuyển mạch hình phễu.*

Mạng chuyển mạch trộn

Nguyên tắc làm việc của mạng chuyển mạch trộn dựa trên sự trộn hoán vị các phần tử chuyển mạch ở tầng đơn. Cơ chế phản hồi được áp dụng trong mạng chuyển mạch trộn để nối một đầu ra bất kỳ với một đầu vào cho trước. Như vậy tế bào có thể đi qua lại một vài lần trong mạng trộn trước khi đi tới đầu ra cho trước. Tại đầu ra của phần tử chuyển mạch, bộ điều khiển đầu ra cần phải xem xét xem cần phải đưa tế bào vào đường phản hồi hay nó có thể ra khỏi mạng trong trường hợp đầu ra đó là đầu ra đã cho. Mạng chuyển mạch trộn có ưu điểm là số phần tử chuyển mạch ít, tuy vậy trễ trong mạng lớn và phụ thuộc vào số lần tế bào đi qua phần tử chuyển mạch.



Hình 6.24. *Mạng chuyển mạch trộn.*

c. Mạng chuyển mạch đa tầng

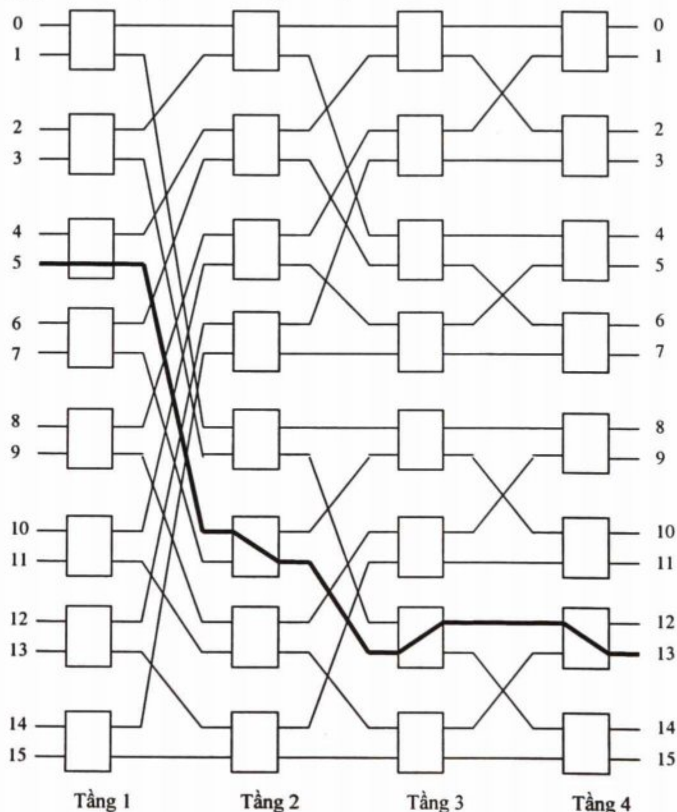
Mạng chuyển mạch đa tầng được xây dựng từ vài tầng của phần tử chuyển mạch các tầng này được nối với nhau theo một vài dạng cho trước. Tùy theo số đường một tế bào có thể đi từ đầu vào tới đầu ra trong mạng mà mạng đa tầng được chia thành hai nhóm con là mạng một đường và mạng đa đường.

Mạng một đường

Trong mạng một đường chỉ có một đường duy nhất nối một đầu vào tới một đầu ra cho trước. Các mạng này còn gọi là mạng chuyển mạch Banyan. Bởi vì chỉ có một đường nối giữa đầu vào và đầu ra cho nên việc định đường sẽ rất đơn giản. Nhược điểm của mạng Banyan là tắc nghẽn bên trong có thể xảy ra khi nhiều tế bào cũng đồng thời yêu cầu một đường nối. Mạng Banyan lại được chia nhỏ thành vài nhóm chính được trình bày dưới đây.

Trong mạng Banyan mức L (mạng Banyan có L tầng), chỉ có các phần tử chuyển mạch ở những tầng tiếp giáp nhau là được nối với

nhau. Mỗi đường nối sẽ đi qua một tầng L định trước. Có hai loại mạng Banyan mức L là mạng Bayan thông thường và mạng Banyan bất quy tắc. Mạng Banyan thông thường được xây dựng từ các phần tử chuyển mạch cùng loại trong khi mạng Banyan bất quy tắc được xây dựng từ các loại phần tử chuyển mạch khác nhau.



Hình 6.25. *Mạng Delta-2 có 4 tầng.*

Mạng Delta là một dạng đặc biệt của mạng Banyan mức L. Chúng được xây dựng từ các phần tử chuyển mạch có F đầu vào và S đầu ra. Tổng cộng số đầu ra của mạng Delta là S^L. Trong đó L là số tầng của mạng. Mỗi đầu ra có thể được nhận biết bằng một địa chỉ đích duy nhất .Địa chỉ này là một số dựa trên đầu ra S và số tầng L. Mỗi số chỉ ra đầu ra của tế bào trên phần tử chuyển mạch ở một tầng xác định. Phương pháp định đường đơn giản trong mạng Delta còn được gọi là phương pháp tự định đường.

Trong mạng Delta hình chữ nhật, các phần tử chuyển mạch có số đầu vào và đầu ra là như nhau (S=1). Như vậy số đầu ra và đầu vào của mạng cũng bằng nhau. Các mạng này còn được gọi là mạng chuyển mạch Delta-S. Hình 6.25 sau minh họa một mạng Delta-2 với bốn tầng. Đường đậm nét là đường từ đầu vào số 5 tới đầu ra số 13.

Mạng đa đường

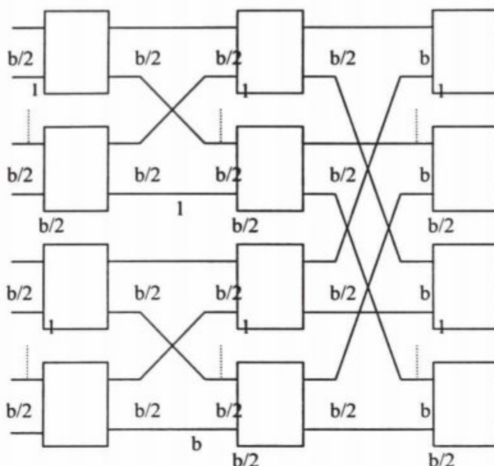
Trong mạng đa đường, có thể có rất nhiều đường liên kết được nối từ đầu vào tới một đầu ra cho trước. Vì vậy mạng đa đường có ưu điểm là chúng làm giảm hoặc thậm chí loại bỏ hẳn tắc nghẽn xảy ra bên trong mạng chuyển mạch.

Trong phần lớn các mạng đa đường, việc chọn đường liên kết bên trong được thực hiện trong giai đoạn thiết lập cuộc nối. Tất cả các tế bào thuộc về cùng một cuộc nối đều dùng chung một đường liên kết bên trong. Nếu các phần tử chuyển mạch sử dụng đệm theo kiểu FIFO thì sẽ không cần dùng các cơ chế để bảo toàn thứ tự các tế bào.

Các mạng đa đường lại được phân loại thành mạng gấp vòng (Folder Network) và mạng không gấp (Unfolder Network).

Trong mạng gấp vòng, tất cả đầu vào và đầu ra đều nằm về một bên của hệ thống chuyển mạch, các đường liên kết bên trong đều hoạt động theo hai chiều vào và ra. Do đó mạng gấp vòng có ưu điểm là rút ngắn được đường liên kết bên trong. Thí dụ nếu đầu vào và đầu ra đều thuộc về cùng một phần tử chuyển mạch thì tế bào sẽ được đưa ra trực tiếp từ phần tử chuyển mạch này mà không cần thiết phải chuyển qua

các tầng sau. Số phần tử chuyển mạch mà một tế bào phải đi qua sẽ phụ thuộc vào vị trí của đầu vào và đầu ra trong mạng.



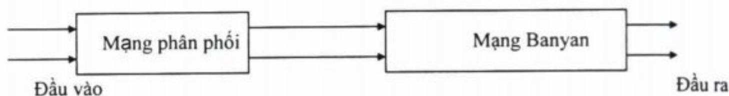
Hình 6.26. *Mạng chuyển mạch gấp vòng ba tầng.*

Hình 6.26 minh họa một mạng gấp vòng ba tầng được xây dựng từ các phần tử chuyển mạch kích thước b*b, như vậy số cổng vào/ra của mạng này là (b/2)*(b/2)*b.

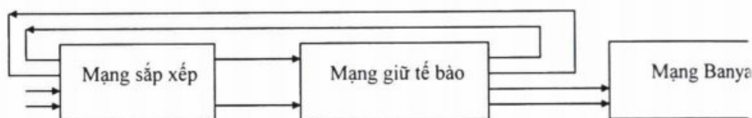
Trong mạng không gấp, các đầu vào và đầu ra nằm ở hai phía đối diện nhau, các đường liên kết bên trong là một chiều vì vậy số phần tử chuyển mạch mà tế bào phải đi qua là không đổi. Cấu trúc mạng không gấp đa đường được xây dựng trên cơ sở của mạng một đường. Dưới đây sẽ trình bày một số mạng không gấp cơ bản.

Một trong số các loại mạng không gấp là mạng kết hợp giữa mạng Banyan với một mạng phân phối. Để giảm tắc nghẽn, mạng phân phối có nhiệm vụ phân phối tế bào một cách đều đặn tới đầu vào

mạng Banyan. Cơ chế bảo toàn thứ tự các tế bào cần phải được thực hiện trong loại mạng này.



Hình 6.27. *Cấu trúc chung của chuyển mạch kết hợp giữa mạng phân phối và mạng Banyan.*



Hình 6.28. *Cấu trúc chung của chuyển mạch kết hợp giữa mạng sắp xếp mạng giữ tế bào và mạng Banyan.*

Một loại mạng khác được tạo thành từ sự kết hợp giữa mạng sắp xếp, mạng giữ tế bào và mạng chuyển mạch Banyan. Mạng sắp xếp có nhiệm vụ sắp xếp các tế bào đi vào trong mạng thành một dòng đơn phụ thuộc vào thứ tự và địa chỉ đích của chúng. Mạng giữ tế bào sẽ căn cứ vào đầu ra của từng tế bào mà cho phép chỉ một tế bào được đi tới mạng banyan, các tế bào còn lại được mạng giữ tế bào phản hồi trở về mạng sắp xếp. Những tế bào quay trở lại mạng sắp xếp sẽ có mức ưu tiên cao hơn nhằm đảm bảo thứ tự không đổi. Các tế bào đi vào mạng Banyan được đưa tới đầu ra mà hoàn toàn không sợ xảy ra tắc nghẽn.

Ngoài hai loại mạng trên còn có mạng đa đường được xây dựng từ vài mạng chuyển mạch Banyan kết hợp lại, các mạng Banyan này được sắp xếp trên các mặt phẳng nằm song song với nhau. Tất cả các tế bào của một cuộc nối sẽ được truyền trên cùng một mặt phẳng. Một tế bào đi vào hệ thống chuyển mạch được chuyển tới mặt phẳng thích

hợp nhờ những bộ phân phối được lắp ở mỗi đầu vào. Tại đầu ra của hệ thống chuyển mạch, các bộ ghép kênh sẽ thu thập các tế bào từ tất cả các mặt phẳng. Hình trên minh họa cấu trúc mạng Banyan song song.

6.3.4. Xử lý phần Header của tế bào trong hệ thống chuyển mạch

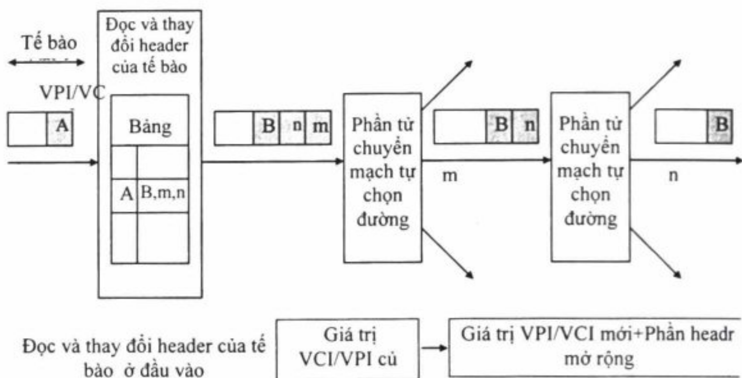
Cần phải nhắc lại rằng nút chuyển mạch có hai nhiệm vụ chính, đó là: đọc và thay đổi giá trị số hiệu nhận dạng kênh ảo/đường ảo (VPI/VCI) và truyền các tế bào từ một đầu vào tới đầu ra cho trước. Hệ thống chuyển mạch có hai các hđể thực hiện các mục tiêu trên:

- Phương pháp tự định đường.
- Phương pháp dùng bảng điều khiển.

a. Phần tử chuyển mạch tự định đường (Self Routing Switching element):

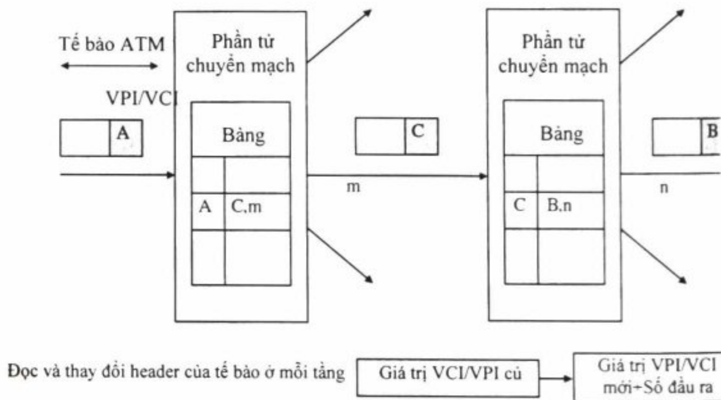
Khi sử dụng phần tử chuyển mạch tự định đường, số hiệu nhận dạng VPI/VCI được đọc và dịch ở đầu vào của mạng chuyển mạch. Sau khi được đọc và dịch mỗi tế bào được bổ sung thêm phần header mở rộng dùng riêng khi truyền bên trong mạng chuyển mạch, header này nằm trước header của tế bào. Như vậy do kích thước tế bào được mở rộng cho nên tốc độ yêu cầu của mạng chuyển mạch cũng phải tăng lên.

Trong mạng chuyển mạch có k tầng, phần header mở rộng bao gồm k trường con. Trường con thứ i chứa địa chỉ đầu ra đích của phần tử chuyển mạch ở tầng thứ i. Hình 6.29 sau minh họa cơ chế xử lý và mở rộng phần header của tế bào trong mạng chuyển mạch được xây dựng trên cơ sở các phần tử chuyển mạch tự định đường. Đối với các mạng chuyển mạch nhiều tầng dung lượng lớn, phương pháp chuyển mạch tự định đường rất được ưa chuộng do nó giảm nhẹ được độ phức tạp khi điều khiển. Việc tăng tốc độ cho mạng chuyển mạch là hoàn toàn khả thi trong trường hợp này.



Hình 6.29. *Cơ chế xử lý đầu khung trong hệ thống chuyển mạch tự định đường.*

b. Phần tử chuyển mạch dùng bảng điều khiển



Hình 6.30. *Quá trình xử lý tiêu đề của phần tử chuyển mạch dùng bảng điều khiển.*

Số hiệu nhận dạng VPI/VCI trong phương pháp dùng bảng điều khiển được thay đổi tại mỗi phần tử chuyển mạch trong hệ thống, do đó kích thước tế bào vẫn được giữ nguyên. Hình 6.30 thể hiện quá trình xử lý header tế bào trong mạng chuyển mạch sử dụng phần tử chuyển mạch có bảng điều khiển. Nội dung của bảng điều khiển được cập nhật trong giai đoạn thiết lập kết nối, mỗi phần tử của bảng bao gồm giá trị VPI/VCI mới và đầu ra tương ứng của mỗi tế bào tại mỗi tầng chuyển mạch.

6.3.5. Cấu trúc nút chuyển mạch và nút nối xuyên

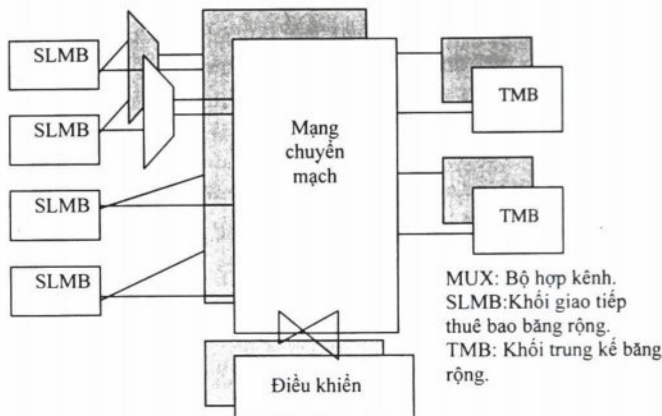
Phần này trình bày về cấu trúc của các nút chuyển mạch (ATM switch) và nối xuyên (ATM cross connect). Như đã trình bày trong các phần trước, sự khác nhau chính của chuyển mạch và nối xuyên là ở các chức năng điều khiển. Hệ thống chuyển mạch chịu sự điều khiển của hệ thống báo hiệu trong khi đó nút nối xuyên lại được điều khiển bởi quản lý mạng.

a. Cấu trúc chung

Cấu trúc chung của chuyển mạch và nối xuyên ATM được trình bày hình 6.31. Chúng được thiết kế theo các nguyên tắc sau:

- Hệ thống có thể được sử dụng như chuyển mạch hoặc nối xuyên. Phần cứng giữa chúng là đồng nhất, chỉ có phần mềm là khác nhau. Như vậy ta có thể thực hiện các chức năng của chuyển mạch và nối xuyên tại cùng một nút.
- Mạng chuyển mạch sử dụng nguyên tắc tự định đường.
- Các thông tin liên quan tới cuộc nối được chứa trong các đơn vị ngoại vi và liên hệ với từng cuộc nối cụ thể. Điều này cho phép khả năng thâm nhập rất nhanh vào các thông tin về cuộc nối.
- Chuyển mạch ATM không cho phép có tắc nghẽn . Điều này được hệ thống kiểm tra bằng cách gửi đi các tế bào thử bên trong nút chuyển mạch.

- Tốc độ truyền được sử dụng bên trong nút chuyển mạch không được phép thay đổi, do đó các giao diện có nhiệm vụ làm cho dòng tế bào đi vào thích hợp với tốc độ bên trong.



Hình 6.31. *Cấu trúc chung của chuyển mạch và nối xuyên ATM.*

b. Các khối chức năng của nút chuyển mạch

Các thuê bao được nối vào mạng chuyển mạch hoặc bộ hợp kênh thông qua khối giao tiếp thuê bao băng rộng SLMB (Subcriber Line Module Broadband), tốc độ dòng tế bào ở giao tiếp này là 155,520 hoặc 622,080 Mbit/s. Các nút chuyển mạch hoặc nối xuyên liên hệ với nhau thông qua khối trung kế băng rộng TMB (Trunk Module BroadBand), kiểu truyền ở đây có thể là SDH với tốc độ lên đến 2,4 Gbit/s. Bộ hợp kênh có nhiệm vụ tập trung dòng tế bào đến từ các thuê bao. Ngoài tác dụng chuyển mạch các tế bào, mạng chuyển mạch còn có nhiệm vụ truyền thông tin giữa các hệ thống con trong nội bộ nút. Bộ xử lý điều khiển có nhiệm vụ điều khiển hệ thống, nó có thể thực hiện các chức năng của nút chuyển mạch hoặc bộ nối xuyên.

Để tăng độ tin cậy phải có vài bộ hợp kênh, thông thường có hai mạng chuyển mạch và bộ xử lý điều khiển hoạt động song song với nhau. Tại đầu vào, dòng tế bào được gởi tới cả hai mặt phẳng (plane). Ở đầu ra, khối giao diện đầu ra sẽ quyết định lấy dòng tế bào từ plane nào.

CHƯƠNG VII

CÔNG NGHỆ CHUYỂN MẠCH MPLS

7.1. Khái niệm cơ bản về chuyển mạch nhãn

Khái niệm chuyển mạch nhãn tương đối đơn giản. Để hình dung vấn đề này chúng ta xem xét một quá trình chuyển thư điện tử từ hệ thống máy tính gửi đến hệ thống máy tính nhận. Trong mạng internet truyền thống (không sử dụng chuyển mạch nhãn) quá trình chuyển thư điện tử giống hệt quá trình chuyển thư thông thường. Các địa chỉ đích được truyền qua các thực thể trễ (các bộ định tuyến). Địa chỉ đích sẽ là yếu tố để xác định con đường mà gói tin chuyển qua các bộ định tuyến. Trong chuyển mạch nhãn, thay vì sử dụng địa chỉ đích để quyết định định tuyến, một "nhãn" được gán với gói tin và được đặt trong tiêu đề gói tin với mục đích thay thế cho địa chỉ và nhãn được sử dụng để chuyển lưu lượng các gói tin tới đích.

Mục tiêu của chuyển mạch nhãn đưa ra nhằm cải thiện hiệu năng chuyển tiếp gói tin của các bộ định tuyến lõi qua việc sử dụng các chức năng gán và phân phối nhãn gắn với các dịch vụ định tuyến lớp mạng khác nhau. Thêm vào đó là lược đồ phân phối nhãn hoàn toàn độc lập với quá trình chuyển mạch.

Trước hết ta xem xét một số lí do cơ bản hiện nay đang được quan tâm với công nghệ mạng nói chung và chuyển mạch nhãn: tốc độ và độ trễ, khả năng của hệ thống, tính đơn giản, tài nguyên mạng, điều khiển định tuyến.

Tốc độ và độ trễ

Theo truyền thống chuyển tiếp gói tin dựa trên phần mềm rất chậm trong quá trình xử lí tải lưu lượng lớn trong internet và intranet, trễ chủ yếu trong quá trình này là quá trình xử lí định tuyến để tìm ra thích hợp cho các gói tin đầu vào. Mặc dù đã có nhiều cải thiện trong việc tìm kiếm bảng định tuyến như kĩ thuật tìm kiếm nhanh trong bảng định tuyến, nhưng tải lưu lượng trong bảng định tuyến luôn lớn hơn khả năng xử lí, và kết quả có thể mất lưu lượng, mất đấu nối và giảm hiệu năng của toàn mạng (mạng IP). Chuyển mạch nhãn đưa ra cách nhìn nhận khác với chuyển tiếp gói tin IP thông thường, sẽ cung cấp giải pháp có hiệu quả để giải quyết vấn đề trên. Chuyển mạch nhãn thực hiện quá trình gán nhãn cho gói tin đầu vào và sử dụng nhãn để truy nhập vào bảng chuyển tiếp tại bộ định tuyến như một chỉ số của bảng. Quá trình truy nhập này chỉ yêu cầu duy nhất cho một lần truy nhập tới bảng thay vì hàng ngàn quá trình tìm kiếm được thực hiện trong bảng định tuyến truyền thống. Kết quả là các hoạt động này hiệu quả hơn và vì vậy lưu lượng người sử dụng trong gói tin được gửi qua mạng nhanh hơn, giảm độ trễ và thời gian đáp ứng tốt hơn cho các chuyển giao thông tin giữa các người sử dụng.

Mạng máy tính luôn tồn tại các hiệu ứng trễ, khi các gói tin chuyển qua rất nhiều nút và nhiều chặng khác nhau để tới đích nó tạo ra các hiệu ứng trễ và biến động trễ. Sự tích trữ trên các cung đoạn sẽ tạo ra trễ tổng thể giữa các đầu cuối. Tại mỗi nút mạng địa chỉ đích trong gói tin được xác minh và so sánh với các địa chỉ đích có khả năng chuyển tiếp trong bảng định tuyến để tìm ra đường ra. Các gói tin chuyển qua các nút mạng tạo ra trễ và biến động trễ khác nhau, tuỳ thuộc vào khả năng xử lý của bộ định tuyến cũng như lưu lượng của luồng tin sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến trễ của người dùng đầu cuối. Một lần nữa, cơ chế hoạt động của chuyển mạch nhãn với khả năng chuyển tiếp gói tin nhanh là giải pháp để giải quyết vấn đề này.

Khả năng của hệ thống

Tốc độ là một khía cạnh quan trọng của chuyển mạch nhãn và tăng quá trình xử lý lưu lượng người dùng trên mạng internet là vấn đề rất quan trọng. Nhưng các dịch vụ tốc độ cao không phải là tất cả những gì mà chuyển mạch nhãn cung cấp. Chuyển mạch nhãn còn có thể cung cấp mềm dẻo các tính năng khác nhau để đáp ứng các nhu cầu của người dùng internet. Thay vì hàng loạt các địa chỉ IP (tăng lên rất nhanh từng ngày) mà bộ định tuyến cần phải xử lý thì chuyển mạch nhãn cho phép các địa chỉ này gắn với một hoặc vài nhãn. Tiếp cận này làm giảm kích thước bảng địa chỉ và cho phép bộ định tuyến hỗ trợ nhiều người sử dụng hơn.

Tính đơn giản

Một khía cạnh khác của chuyển mạch nhãn là sự đơn giản trong các giao thức chuyển tiếp gói tin (hoặc một tập các giao thức), và nguyên tắc rất đơn giản:chuyển tiếp gói tin dựa trên "nhãn" của nó. Tuy nhiên, cần có kỹ thuật điều khiển cho quá trình liên kết nhãn và đảm bảo tính tương quan giữa các nhãn với luồng lưu lượng người sử dụng, các kỹ thuật này đôi khi khá phức tạp nhưng chúng không ảnh hưởng đến hiệu suất của dòng lưu lượng người dùng. Sau khi đã gán nhãn vào dòng lưu lượng người dùng thì hoạt động chuyển mạch nhãn có thể nhúng trong phần mềm, trong các mạch tích hợp đặc biệt (ASIC) hoặc trong bộ xử lý đặc biệt.

Tài nguyên sử dụng

Các kỹ thuật điều khiển để thiết lập nhãn không chiếm dùng tài nguyên của mạng, các cơ chế thiết lập đường chuyển mạch nhãn cho lưu lượng người sử dụng một cách đơn giản là tiêu chí thiết kế các đường chuyển mạch nhãn.

Điều khiển định tuyến

Định tuyến trong mạng Internet được thực hiện với các địa chỉ IP (trong mạng LAN là các địa chỉ MAC). Tất nhiên, có rất nhiều thông tin được lấy ra từ gói IP để thực hiện quá trình định tuyến này, ví dụ

như: Trường kiểu dịch vụ IP (TOS), chỉ số cổng... là một phần quyết định của chuyển tiếp gói tin. Nhưng định tuyến theo đích là phương pháp thông thường nhất hiện đang được sử dụng.

Định tuyến theo địa chỉ đích không phải là phương pháp luôn đem lại hiệu quả. Các vấn đề lặp vòng trên mạng cũng như sự khác nhau về kiến trúc mạng sẽ là trở ngại trên mặt phẳng điều khiển chuyển tiếp gói tin đối với phương pháp này. Một vấn đề đặt ra nữa là các nhà cung cấp thiết bị (bộ định tuyến, cầu). Triển khai phương pháp định tuyến dựa theo địa chỉ đích theo cách riêng của họ: một số thiết bị cho phép nhà quản trị mạng chia sẻ lưu lượng, trong khi một số khác sử dụng các trường chức năng TOS, chỉ số cổng... Chuyển mạch nhãn cho phép các bộ định tuyến chọn tuyến đầu ra tường minh theo nhãn, như vậy cơ chế này cho cung cấp một phương thức truyền tải lưu lượng qua các nút và liên kết phù hợp với lưu lượng truyền tải, cũng như là đặt ra các lớp lưu lượng bao gồm các dịch vụ khác nhau (dựa trên yêu cầu QOS) trên đó. Chuyển mạch nhãn là giải pháp tốt để hướng lưu lượng qua một đường dẫn, mà không nhất thiết phải nhận toàn bộ thông tin từ giao thức định tuyến IP động dựa trên địa chỉ đích.

Định tuyến dựa trên IP (PRB) thường gắn với các giao thức chuyển mạch nhãn, như FR, ATM hoặc MPLS. Phương pháp này sử dụng các trường chức năng trong tiêu đề gói tin IP như: trường TOS, chỉ số cổng, nhận dạng giao thức IP hoặc kích thước của gói tin. Các trường chức năng này cho phép mạng phân lớp dịch vụ thành các kiểu lưu lượng và thường được thực hiện tại nút đầu vào mạng(thiết bị gờ mạng).

Các bộ định tuyến trên lớp lõi có thể sử dụng các bít tại thiết bị gờ để quyết định xử lý luồng lưu lượng đến, quá trình xử lý này có thể sử dụng các kiểu hàng đợi khác nhau và các phương pháp xếp hàng khác nhau. Định tuyến dựa trên IP cũng cho phép nhà quản lý mạng thực hiện phương pháp định tuyến ràng buộc. Các chính sách dựa trên IP cho phép bộ định tuyến:

- Đặt các giá trị ưu tiên vào trong tiêu đề gói tin IP.
- Thiết lập bước kế tiếp cho gói tin IP.
- Thiết lập giao diện ra cho gói tin.
- Thiết lập bước kế tiếp cho gói tin khi không tồn tại hướng trong bảng định tuyến.

Chuyển mạch nhãn khác với phương pháp chuyển mạch khác ở chỗ nó là kĩ thuật điều khiển giao thức chuyển mạch IP theo kiểu topo. Mặt khác sự tồn tại của một địa chỉ mạng đích sẽ xác định quá trình cập nhật trong bảng định tuyến để ra một đường dẫn chuyển mạch hướng tới đích. Nó cũng khái quát cơ cấu chuyển tiếp và trao đổi nhãn, phương pháp này không chỉ thích hợp với các mạng lớn như ATM, chuyển mạch khung, PPP và nó có thể thích hợp với bất kì phương pháp đóng gói nào.

7.2. Công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức

7.2.1. Các đặc điểm cơ bản của công nghệ MPLS

MPLS là một công nghệ tích hợp tốt nhất các khả năng hiện tại để phân phát gói tin từ nguồn tới đích qua mạng Internet. Có thể định nghĩa MPLS là một tập các công nghệ mở dựa vào chuẩn Internet mà kết hợp chuyển mạch lớp 2 và định tuyến lớp 3 để chuyển tiếp gói tin bằng cách sử dụng các nhãn ngắn có chiều dài cố định.

Bằng cách sử dụng các giao thức điều khiển và định tuyến Internet MPLS cung cấp chuyển mạch hướng kết nối ảo qua các tuyến Internet bằng cách hỗ trợ các nhãn và trao đổi nhãn. MPLS bao gồm việc thực hiện các đường chuyển mạch nhãn LSP, nó cũng cung cấp các thủ tục và các giao thức cần thiết để phân phối các nhãn giữa các chuyển mạch và các bộ định tuyến.

Nghiên cứu MPLS đang được thực hiện dưới sự bảo trợ của nhóm làm việc MPLS trong IETF. MPLS vẫn là một sự phát triển

tương đối mới, nó mới chỉ được tiêu chuẩn hoá theo Internet vào đầu năm 2001.

Sử dụng MPLS để trao đổi khe thời gian TDM, chuyển mạch không gian và các bước sóng quang là những phát triển mới nhất. Các nỗ lực này được gọi là GMPLS (Generalized MPLS).

Nhóm làm việc MPLS đưa ra danh sách với 8 bước yêu cầu để xác định MPLS đó là:

- MPLS phải làm việc với hầu hết các công nghệ liên kết dữ liệu.
- MPLS phải thích ứng với các giao thức định tuyến lớp mạng và các công nghệ Internet có liên quan khác.
- MPLS cần hoạt động một cách độc lập với các giao thức định tuyến.
- MPLS phải hỗ trợ mọi khả năng chuyển tiếp của bất kỳ nhãn cho trước nào.
- MPLS phải hỗ trợ vận hành quản lý và bảo dưỡng (OA&M).
- MPLS cần xác định và ngăn chặn chuyển tiếp vòng.
- MPLS cần hoạt động trong mạng phân cấp.
- MPLS phải có tính kế thừa.

Tám yêu cầu này chính là các nỗ lực phát triển cần tập trung. Liên quan tới các yêu cầu này, nhóm làm việc cũng đưa ra 8 mục tiêu chính mà MPLS cần đạt được:

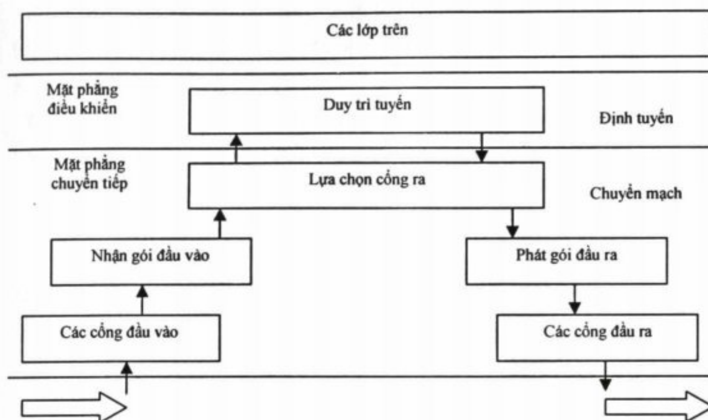
- Chỉ rõ các giao thức được tiêu chuẩn hoá nhằm duy trì và phân phối nhãn để hỗ trợ định tuyến dựa vào đích unicast mà việc chuyển tiếp được thực hiện bằng cách trao đổi nhãn. (Định tuyến unicast chỉ ra một cách chính xác một giao diện; định tuyến dựa vào đích ngụ ý là định tuyến dựa vào địa chỉ đích cuối cùng của gói tin).
- Chỉ rõ các giao thức được tiêu chuẩn hoá nhằm duy trì và phân phối nhãn để hỗ trợ định tuyến dựa vào đích multicast mà việc

chuyển tiếp được thực hiện bằng cách trao đổi nhãn. (Định tuyến multicas chỉ ra hơn một giao diện ở đầu ra). Nhiệm vụ tích hợp các kỹ thuật multicast trong MPLS vẫn đang tiếp tục nghiên cứu và phát triển.

- Chỉ rõ các giao thức được tiêu chuẩn hoá nhằm duy trì và phân phối nhãn để hỗ trợ phân cấp định tuyến mà việc chuyển tiếp được thực hiện bằng cách trao đổi nhãn , phân cấp định tuyến nghĩa là hiểu biết về topo mạng trong hệ thống tự trị.
- Chỉ rõ các giao thức được tiêu chuẩn hoá nhằm duy trì và phân phối nhãn để hỗ trợ các đường riêng dựa vào trao đổi nhãn. Các đường này có thể khác so với các đường đã được tính toán trong định tuyến IP thông thường (định tuyến trong IP dựa vào chuyển tiếp theo địa chỉ đích). Các đường riêng rất quan trọng trong các ứng dụng TE.
- Chỉ ra các thủ tục được tiêu chuẩn hoá để mang thông tin về nhãn qua các công nghệ lớp 2.
- Chỉ ra một phương pháp tiêu chuẩn nhằm hoạt động cùng với ATM ở mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng.
- Phải hỗ trợ cho các công nghệ QoS (như là giao thức RSVP) (QoS là một trong những ứng dụng quan trọng nhất của MPLS, MPLS QoS sẽ có thể mang lại nhiều lợi ích cho mạng thế hệ sau).
- Chỉ ra các giao thức tiêu chuẩn cho phép các host sử dụng MPLS.

7.2.2. Cách thức hoạt động của MPLS

MPLS có thể được xem như là một tập các công nghệ hoạt động với nhau để phân phát gói tin từ nguồn tới đích một cách hiệu quả và có thể điều khiển được. Nó sử dụng các đường chuyển mạch nhãn LSP để chuyển tiếp ở lớp 2 mà đã được thiết lập báo hiệu bởi các giao thức định tuyến lớp 3.



Hình 7.1. *Mô hình chung về chuyển tiếp và chuyển mạch tại bộ định tuyến.*

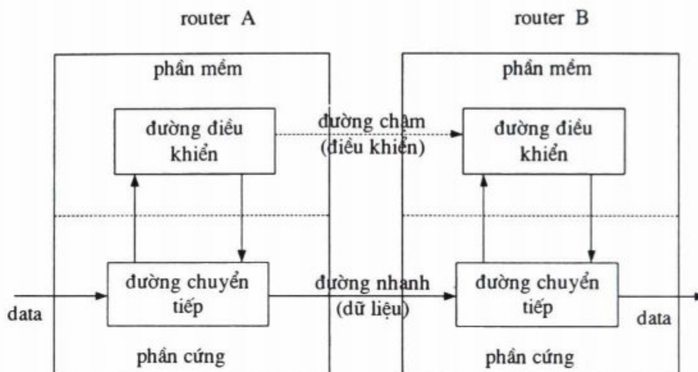
Bởi vì các khái niệm chuyển tiếp, chuyển mạch và định tuyến là những vấn đề quan trọng để hiểu MPLS hoạt động như thế nào do vậy ta xem xét các vấn đề này trong bộ định tuyến. Một thiết bị định tuyến chuyển một gói tin từ nguồn tới đích bằng cách thu hoặc nhận, chuyển mạch và sau đó chuyển tiếp nó tới một thiết bị mạng khác cho tới khi nó tới đích cuối cùng. Hình 7.1 trên đây mô tả mô hình chung về chuyển tiếp và chuyển mạch tại bộ định tuyến.

Mặt phẳng điều khiển quản lý một tập các tuyến đường mà một gói có thể sử dụng, trong mô hình này một gói đi vào thiết bị mạng qua giao diện đầu vào, được xử lý bởi một thiết bị mà nó chỉ xử lý thông tin về gói để đưa ra quyết định logic. Quyết định logic này có thông tin được cung cấp từ mặt phẳng điều khiển chứa các tuyến, cho các thông tin về gói được cập nhật tới thiết bị khác để chuyển tiếp gói thông qua giao diện đầu ra để tới đích của gói tin đó.

Đây là mô hình đơn giản nhất trong các công nghệ mạng, nhưng nó là sự bắt đầu cho các vấn đề liên quan tới MPLS được thực hiện

như thế nào. Các công nghệ MPLS đưa ra mô hình mới cho việc định tuyến, chuyển mạch và chuyển tiếp để chuyển các gói tin trong mạng Internet.

Một mô hình khác thường gặp để mô tả luồng các gói tin giữa các thiết bị mạng (ví dụ như là các bộ định tuyến) được trình bầy trong hình vẽ dưới đây.



Hình 7.2. *Mô hình luồng gói tin giữa hai thiết bị mạng.*

Lưu lượng trong mạng có thể được hiểu theo hai cách: Lưu lượng điều khiển bao gồm các thông tin về quản lý và định tuyến và Lưu lượng dữ liệu. Lưu lượng dữ liệu thì đi theo " đường nhanh" và được xử lý bởi các thiết bị mạng. Trong hầu hết các thiết bị mạng hiện đại, đường nhanh được thực hiện bởi phần cứng. Bất cứ thiết bị mạng nào nhận một gói tin khi xử lý tiêu đề của gói, thông tin về gói được gửi lên đường điều khiển để xử lý. Các gói điều khiển bao gồm các thông tin yêu cầu cho việc định tuyến gói, bất cứ một gói nào khác có thể chứa thông tin điều khiển, các gói dữ liệu ưu tiên vv... thì được xử lý chậm bởi vì chúng cần được kiểm tra bởi phần mềm. Vì lý do này đường xử lý này thường được gọi là "đường chậm".

Mô hình này rất quan trọng để hiểu MPLS hoạt động như thế nào bởi vì nó chỉ ra đường điều khiển và đường chuyển tiếp là riêng biệt. Khả năng của MPLS để phân biệt các chức năng quan trọng này để tạo ra một phương pháp mới làm thay đổi phương thức truyền các gói dữ liệu qua mạng Internet.

MPLS chủ yếu làm việc với các giao thức lớp 2 và lớp 3 và cũng hoạt động trong nhiều kiểu thiết bị mạng khác.

"Công nghệ lớp 2.5" là một cách nhìn về MPLS. Hình 7.3 trình bày MPLS được xem như là một " lớp chèn" mà tự đặt nó vào giữa lớp mạng và lớp liên kết dữ liệu.

Lớp 4 – 7 (Lớp truyền tải, phiên, trình diễn, ứng dụng)
Lớp 3 (lớp mạng)
Lớp 2.5 (MPLS)
Lớp 2 (liên kết dữ liệu)
Lớp 1 (lớp vật lý)

Hình 7.3. *Lớp chèn MPLS.*

Mô hình này ban đầu xuất hiện như là một mô hình không đồng nhất với OSI, mô hình này chỉ ra rằng MPLS không phải là một lớp mới riêng, mà nó là một phần ảo của mặt phẳng điều khiển ở dưới lớp mạng với mặt phẳng chuyển tiếp ở đỉnh của lớp liên kết dữ liệu. MPLS không phải là một giao thức tầng mạng mới bởi vì nó không có khả năng tự định tuyến hoặc có sơ đồ địa chỉ, mà yêu cầu phải có trong giao thức lớp 3. MPLS sử dụng các giao thức định tuyến và cách đánh địa chỉ của IP (với sự điều chỉnh và mở rộng cần thiết) MPLS cũng không phải là một giao thức tầng liên kết dữ liệu bởi vì nó được thiết kế để hoạt động trong nhiều công nghệ liên kết dữ liệu phổ biến mà cung cấp yêu cầu chức năng và địa chỉ lớp 2.

7.2.3. Các thuật ngữ trong MPLS

Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn và bộ định tuyến biên nhãn (LSR và LER)

Các thiết bị tham gia trong kỹ thuật giao thức MPLS có thể được phân loại thành các bộ định tuyến biên nhãn (LER) và các bộ định tuyến chuyển mạch nhãn (LSR).

- Một LSR là 1 thiết bị định tuyến tốc độ cao trong lõi của 1 mạng MPLS, nó tham gia trong việc thiết lập các đường dẫn chuyển mạch nhãn (LSP) bằng việc sử dụng giao thức báo hiệu nhãn thích ứng và chuyển mạch tốc độ cao lưu lượng số liệu dựa trên các đường dẫn được thiết lập.

- Một LER là 1 thiết bị hoạt động tại biên (cạnh) của mạng truy nhập và mạng MPLS. Các LER hỗ trợ đa cổng được kết nối tới các mạng không giống nhau (chẳng hạn FR, ATM và Ethernet) và chuyển tiếp lưu lượng này vào mạng MPLS sau khi thiết lập LSP, bằng việc sử dụng các giao thức báo hiệu nhãn tại lối vào và phân bổ lưu lượng trở lại mạng truy nhập tại lối ra. LER đóng vai trò quan trọng trong việc chỉ định và huỷ bỏ nhãn, khi lượng vào trong hay đi ra khỏi mạng MPLS

Lớp tương đương chuyển tiếp (FEC)

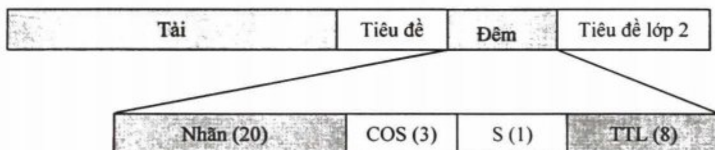
FEC là một sự biểu diễn của nhóm các gói, các nhóm này chia sẻ cùng yêu cầu trong sự vận chuyển của chúng. Tất cả các gói trong một nhóm như vậy được cung cấp cùng cách chọn đường tới đích. Ngược lại với chuyển tiếp IP truyền thống, trong MPLS việc gán một gói cụ thể vào một FEC cụ thể được thực hiện chỉ một lần khi các gói vào trong mạng. Các FEC dựa trên các yêu cầu dịch vụ đối với một tập các gói cho trước hay đơn giản là đối với một địa chỉ cho trước (address prefix). Mỗi LSR xây dựng một bảng để xác định xem một gói phải được chuyển tiếp như thế nào. Bảng này được gọi là một bảng thông tin nhãn cơ bản (LIB: Label Information Base), nó là tổ hợp các ràng buộc FEC với nhãn.

Tiêu đề MPLS

MPLS định nghĩa một tiêu đề có độ dài 32 bit và được tạo nên tại LSR vào. Nó phải được đặt ngay sau tiêu đề lớp 2 bất kì và trước một tiêu đề lớp 3. Ở đây là IP và được sử dụng bởi ingress LSR (LSR vào) để xác định một FEC, lớp này sẽ được xét lại trong vấn đề tạo nhãn. Sau đó các nhãn được xử lý bởi LSR transit (LSR chuyển tiếp). Khuôn dạng và tiêu đề MPLS được chỉ ra trong hình 7.4 . Nó bao gồm các trường sau:

- Nhãn: Giá trị nhãn 20 bit, giá trị này chứa nhãn MPLS.
- Exp: thực nghiệm sử dụng 3 bit.
- S : bit ngăn xếp,1 bit, sử dụng sắp xếp đa nhãn.

TTL: Thời gian sống, 8 bit, đặt ra một giới hạn mà các gói MPLS có thể đi qua. Điều này là cần thiết bởi vì trường TTL IP không được kiểm tra bởi các transit LSR (LSR chuyển tiếp).



Hình 7.4. *Định dạng cấu trúc nhãn.*

Ngăn xếp nhãn

Chuyển mạch nhãn được thiết kế để co dãn các mạng lớn và MPLS hỗ trợ chuyển mạch nhãn với các hoạt động phân cấp, hoạt động phân cấp này dựa trên khả năng của MPLS có thể mang nhiều hơn một nhãn trong gói. Ngăn xếp nhãn cho phép thiết kế các LSR trao đổi thông tin với nhau và hành động này giống như việc tạo đường viền node để tạo ra một miền mạng rộng lớn và các LSR khác. Có thể nói lại rằng các LSR khác này là node bên trong (transit node)

một miền và không liên quan đến đường viền node (với cấu tạo router liên vùng) và các nhãn được kết hợp trong các router này.

Sự xử lý một gói nhãn được hoàn thành độc lập với từng mức của sự phân cấp. Đó là các mức nhãn thì không được LSR kiểm tra. Để giữ hoạt động đơn, các chương trình xử lý thường xuyên dựa trên đỉnh nhãn mà không cần quan tâm đến nhãn ở trên nó lúc trước, hoặc ở dưới nó tại thời điểm hiện tại.

Kết hợp luồng FEC

Cách thức các lưu lượng ảo đến các FEC để tại ra một FEC riêng biệt cho mỗi địa chỉ prefix. Phương pháp tiếp cận này có kết quả trong việc thiết lập các FEC, các lớp này có định tuyến giống nhau tới node ra, việc hoán đổi nhãn có thể chỉ được sử dụng để chuyển lưu lượng tới node kế tiếp. Trong tình huống này trong miền MPLS, các FEC riêng rẽ thực hiện thì sẽ không đem lại hiệu quả tốt. Trong quan niệm của MPLS, kết hợp các FEC này tạo ra một FEC đặc trưng cho tất cả là đem lại hiệu quả nhất. Trong tình huống này có hai lựa chọn:

Liên kết một nhãn riêng biệt tới một miền FEC.

Liên kết một nhãn tới một miền, ứng dụng nhãn kết hợp với tất cả lưu lượng trong miền.

Thủ tục liên kết một nhãn đơn tới một miền kết hợp các FEC, miền này chính là một FEC (trong miền MPLS giống nhau) và ứng dụng các nhãn đó cho tất cả các lưu lượng trong miền kết hợp. Sự kết hợp làm giảm bớt số lượng nhãn cần thiết để điều khiển một cách chi tiết một bộ gói và cũng làm giảm đi số lượng lưu lượng điều khiển phân phối nhãn cần thiết.

Nhãn và sự liên kết nhãn

Một nhãn được sử dụng để xác định đường dẫn cho một gói đi qua. Một nhãn được mạng hay được đóng gói vào trong tiêu đề lớp 2 cùng với gói. Bộ định tuyến nhận kiểm tra các gói với nội dung nhãn của nó để quyết định chặng kế tiếp. Mỗi khi gói được dán nhãn thì

phần còn lại hành trình của gói qua đường trục mạng được dựa trên chuyển mạch nhãn. Giá trị nhãn chỉ có ý nghĩa cục bộ, nghĩa là chúng chỉ liên quan đến các chặng giữa các LSR.

Mỗi lần một gói được phân loại như một FEC mới hay FEC đang tồn tại, một nhãn được phân bổ cho gói. Các giá trị nhãn nhận được từ lớp liên kết dữ liệu nằm phía dưới. Với các lớp liên kết dữ liệu (như FR hay ATM), các bộ nhận dạng lớp 2 như là bộ nhận dạng kết nối tuyến số liệu (DLCI: Data Link Connection Identifier) trong mạng chuyển tiếp khung (FR: Frame Relay) hay bộ nhận dạng đường ảo (VPI: Virtual Path Identifier)/ bộ nhận dạng kênh ảo (VCI: Virtual Channel Identifier) trong mạng ATM, có thể được sử dụng một cách trực tiếp như các nhãn. Các gói sau đó được chuyển tiếp dựa vào giá trị nhãn của chúng.

Các nhãn được ràng buộc tới một FEC như một kết quả của một vài sự kiện hay chính sách. Điều này chỉ ra một yêu cầu cho ràng buộc như vậy. Những sự kiện này có thể hoặc là các ràng buộc dữ liệu hay các ràng buộc điều khiển. Ràng buộc điều khiển hay được sử dụng hơn do có các tính chất mở rộng tiên tiến và được sử dụng trong định tuyến thông tin trong mạng MPLS.

Các quyết định phân bổ nhãn có thể dựa trên các tiêu chuẩn chuyển tiếp, chẳng hạn như:

- Định tuyến đơn hướng đích.
- Kỹ thuật lưu lượng.
- Đa hướng (Multicast).
- Mạng riêng ảo (VPN: Virtual Private Network).
- QoS.

Nhãn có thể nhúng trong tiêu đề của lớp liên kết dữ liệu (VPI/VCI ATM và DLCI FR) hay trong lớp đệm .

Tạo nhãn và phân bổ nhãn

Có một số phương pháp được sử dụng trong việc tạo nhãn:

+ Phương pháp dựa trên đồ hình (topology-based): sử dụng các giao thức định tuyến thông thường như OSPF (Open Shortest Path First) và BGP (Border Gateway Protocol: Giao thức cổng đường biên).

+ Phương pháp dựa trên yêu cầu (request-based): sử dụng điều khiển lưu lượng dựa trên yêu cầu như RSVP (Resource Reservation Protocol: Giao thức dành trước tài nguyên).

+ Phương pháp dựa trên lưu lượng: sử dụng sự tiếp nhận của gói để phân bổ thông tin nhãn. Các phương pháp dựa trên đồ hình và dựa trên yêu cầu là các ví dụ về các ràng buộc nhãn điều khiển, trong khi phương pháp dựa trên lưu lượng là một ví dụ về các ràng buộc dữ liệu.

Kiến trúc MPLS không sử dụng một phương pháp báo hiệu để phân bổ nhãn. Các giao thức định tuyến đang tồn tại như BGP, đã được tăng cường để mang thông tin nhãn trong nội dung của giao thức. RSVP cũng đã được mở rộng để hỗ trợ việc trao đổi nhãn đã được mang. IETF (Internet Engineering Task Force: Nhóm đặc trách kĩ thuật Internet) đã định nghĩa một giao thức được gọi là Giao thức phân bổ nhãn (LDP: Label Distribution Protocol) cho báo hiệu tường minh và quản lý không gian nhãn. Sự mở rộng tới giao thức LDP cơ bản cũng đã được định nghĩa để hỗ trợ định tuyến tường minh dựa trên các yêu cầu về QoS và CoS. Những sự mở rộng này được lưu giữ trong định tuyến dựa trên ràng buộc (CR: Constraint-based Routing) - định nghĩa giao thức LDP.

Một tổng kết về các lược đồ khác nhau cho việc trao đổi nhãn như sau:

- LDP - ánh xạ các đích IP đơn hướng vào các nhãn.
- RSVP, CP-LDP - được sử dụng cho kĩ thuật lưu lượng và đặt trước tài nguyên.
- Multicast độc lập giao thức - được sử dụng cho việc ánh xạ nhãn các trạng thái đa hướng.

- BGP – các nhãn bên ngoài (VPN).
- Đường dẫn chuyển mạch nhãn (LSP).

Một tập hợp MPLS – các thiết bị được cho phép biểu diễn một miền MPLS. Trong một miền MPLS, một đường dẫn được thiết lập cho một gói được di chuyển dựa trên một FEC. LSP được thiết lập trước truyền dẫn dữ liệu. MPLS cung cấp 2 chức năng sau để thiết lập một LSP:

Định tuyến theo từng chặng (hop by hop routing): Mỗi LSR lựa chọn một cách độc lập tuyến kế tiếp với một FEC cho trước. Phương pháp này là tương đương với phương pháp được sử dụng hiện nay trong các mạng IP. LSR sử dụng mọi giao thức định tuyến có thể như OSPF, giao diện mạng-mạng riêng ATM (PNNI: Private Network to Network Interface), v.v…

Định tuyến tường minh (ER:Explicit Routing): định tuyến tường minh tương tự với định tuyến nguồn. LSR lối vào (nghĩa là LSR nơi mà dòng dữ liệu bắt đầu tới mạng đầu tiên) xác định danh sách các node mà ER-LSP đi qua. Đường dẫn đã được xác định có thể là không tối ưu. Dọc đường dẫn các tài nguyên có thể được đặt trước để đảm bảo QoS cho lưu lượng dữ liệu. Đường này làm giảm nhẹ cho kĩ thuật lưu lượng thông qua mạng và các dịch vụ khác nhau có thể được cung cấp bằng cách sử dụng các luồng dựa trên các chính sách hay các phương pháp quản lý mạng. LSP thiết lập cho một FEC về bản chất là không đơn hướng. Lưu lượng ngược lại phải sử dụng LSP khác.

Không gian nhãn

Các nhãn được sử dụng bởi một LSR với các ràng buộc FEC-nhãn được liệt kê như sau:

- per platform – Các giá trị là duy nhất vượt qua toàn bộ LSR. Các nhãn được bố trí từ một thùng chứa nhãn chung. Không có 2 nhãn được phân bổ trên các giao diện khác nhau có cùng giá trị.

- per interface – Vùng nhãn (phạm vi nhãn) được kết hợp với các giao diện. Các thùng đa nhãn được định nghĩa cho các giao diện và các nhãn được cung cấp trên các giao diện này được định vị từ các thùng tách biệt. Giá trị các nhãn được cung cấp trên các giao diện khác nhau có thể giống nhau.

Hợp nhất nhãn

Dòng lưu lượng đến từ các giao diện khác nhau có thể được kết hợp cùng nhau và được chuyển mạch bằng việc sử dụng một nhãn chung nếu chúng đang đi qua mạng hướng tới cùng một đích cuối cùng. Điều này được biết như là sự hợp nhất luồng hay kết hợp các luồng.

Nếu mạng truyền tải nằm bên dưới là một mạng ATM, các LSR có thể sử dụng hợp nhất đường ảo (VP) hay kênh ảo (VC). Trong kịch bản này, các vấn đề đan xen tế bào xuất hiện khi nhiều dòng lưu lượng được kết hợp trong mạng ATM, cần phải được tránh.

Sự duy trì nhãn

MPLS định nghĩa sự cư xử cho các ràng buộc nhãn nhận được từ các LSR, đó không phải là chặng kế tiếp với một FEC đã cho. Hai chế độ được định nghĩa:

Bảo toàn (conservative) – Trong chế độ này, các ràng buộc giữa một nhãn và một FEC nhận được từ các LSR không là chặng kế tiếp cho một FEC cho trước bị huỷ bỏ. Chế độ này cần một LSR để duy trì số nhãn ít hơn. Đây là chế độ được khuyến khích sử dụng cho các LSR ATM.

Tự do (liberal) – Trong chế độ này, các ràng buộc giữa một nhãn và một FEC nhận được từ các LSR không là chặng kế tiếp với một FEC cho trước được giữ nguyên. Chế độ này cho phép tương thích nhanh hơn với các thay đổi cấu hình và cho phép chuyển mạch lưu lượng tới các LSP khác trong trường hợp có sự thay đổi.

Điều khiển nhãn

MPLS định nghĩa các chế độ cho việc phân bổ nhãn tới các LSR lân cận như sau:

Độc lập (Independent) – Trong chế độ này, một LSR nhận dạng một FEC nào đó và ra quyết định ràng buộc một nhãn với một FEC một cách độc lập để phân bổ ràng buộc đến các thực thể đồng mức của nó. Các FEC mới được nhận dạng bất cứ khi nào các tuyến (route) trở nên rõ ràng với router.

Có thứ tự (ordered) – Trong chế độ này, một LSR ràng buộc một nhãn với một FEC nào đó nếu và chỉ nếu nó là router lối ra hay nó đã nhận được một ràng buộc nhãn cho FEC từ LSR chặng kế tiếp của nó. Chế độ này được khuyến nghị sử dụng cho các LSR ATM.

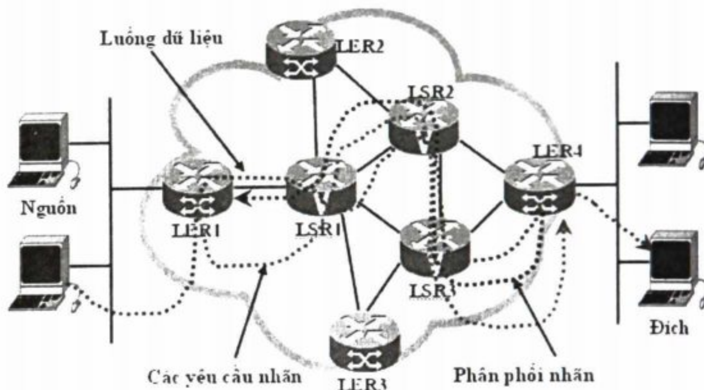
7.2.4. Các đặc tính hoạt động, điều hành của MPLS

Các bước sau phải được thực hiện với một gói dữ liệu để đi qua một miền MPLS:

- Tạo và phân bổ nhãn.
- Tạo bảng tại mỗi router.
- Tạo các đường dẫn chuyển mạch nhãn (LSP).
- Chèn/tìm kiếm bảng nhãn.
- Chuyển tiếp gói.

Nguồn gửi dữ liệu của nó tới đích. Trong một miền MPLS không phải tất cả lưu lượng nguồn là cần thiết được chuyển qua cùng đường dẫn. Phụ thuộc vào đặc tính lưu lượng, các LSP khác nhau có thể được tạo cho các gói với các yêu cầu CoS khác nhau.

Trong hình 7.5, LER1 là router lối vào và LER4 là router lối ra



Hình 7.5. *Sự tạo ra LSP và chuyển tiếp các gói thông qua một miền MPLS.*

Các bước sau đây minh hoạ hoạt động MPLS tác động tới gói dữ liệu trong một miền MPLS.

Tạo & phân bổ nhãn

Trước khi lưu lượng bắt đầu, các router quyết định để ràng buộc một nhãn với một FEC xác định và xây dựng bảng của chúng. Trong LDP, các router đường xuống khởi tạo sự phân bổ các nhãn và ràng buộc nhãn/FEC.

Ngoài ra, các đặc tính liên quan lưu lượng và khả năng MPLS được thoả thuận bằng việc sử dụng LDP.

Tạo bảng

Tại phía nhận các ràng buộc nhãn, mỗi LSR tạo các lối vào trong cơ sở thông tin nhãn (LIB : Label Information Base).

Nội dung của bảng sẽ xác định ánh xạ giữa một nhãn và một FEC.

Ánh xạ giữa cổng vào và bảng nhãn đầu vào tới cổng ra và bảng nhãn đầu ra. Các lối vào được cập nhật bất cứ khi nào sự tái đàm phán về ràng buộc nhãn xảy ra.

Tạo đường dẫn chuyển mạch nhãn

Như được biểu diễn bằng đường ngắt quãng trong hình 7.5, các LSP được tạo ở phương ngược lại với sự tạo các lối vào trong các LIB.

Chèn/tìm kiếm bảng nhãn

Router đầu tiên (LER1 trong hình 7.5) sử dụng bảng trong LIB để tìm chặng kế tiếp và yêu cầu một nhãn ch FEC xác định.

Các router chỉ lần lượt sử dụng nhãn để tìm chặng kế tiếp.

Mỗi lần gói chạm tới LSR lối ra (LER4), nhãn được xoá bỏ và gói được cung cấp cho đích.

Chuyển tiếp gói

LER1 có thể không có nhãn nào cho gói này khi đó là lần đầu tiên xảy ra yêu cầu này. Trong một mạng IP, nó sẽ tìm sự phù hợp địa chỉ dài nhất để tìm chặng kế tiếp. Cho LSR1 là chặng kế tiếp của LER1. LER1 sẽ khởi tạo một yêu cầu nhãn chuyển tới LSR1.

Yêu cầu này sẽ phát thông qua mạng. Mỗi router trung gian sẽ nhận một nhãn từ router phía sau nó bắt đầu từ LER2 và đi lên trên cho đến LER1. Thiết lập LSP được chỉ báo bởi đường xanh da trời gãy khúc bằng việc sử dụng LDP hay bất kì giao thức báo hiệu nào khác. Nếu kĩ thuật lưu lượng được yêu cầu, CR-LDP sẽ được sử dụng trong việc quyết định thiết lập đường dẫn thực sự để chắc chắn yêu cầu QoS/CoS được tuân thủ. LER1 sẽ chèn nhãn và chuyển tiếp gói tới LSR 1.

Mỗi LSR lần lượt, nghĩa là LSR2 và LSR3, sẽ kiểm tra nhãn với các gói nhận được, thay thế nó với các nhãn đầu ra và chuyển tiếp nó. Khi gói tới LER4, nó sẽ xoá bỏ nhãn bởi vì gói sẽ rời khỏi miền MPLS và phân phát tới đích.

7.2.5. Kiến trúc ngăn xếp trong MPLS

Các thành phần MPLS chủ yếu có thể được phân chia thành các phần sau:

- Các giao thức định tuyến (IP) lớp mạng.
- Chuyển tiếp biên của lớp mạng.
- Chuyển tiếp dựa trên nhãn mạng lõi.
- Lược đồ nhãn.
- Giao thức báo hiệu để phân bố nhãn.
- Kĩ thuật lưu lượng.
- Khả năng tương thích với các lược đồ chuyển tiếp lớp 2 khác nhau (ATM, FR, PPP: Point to Point Protocol).

Hình 7.6 mô tả các giao thức có thể được sử dụng cho các hoạt động MPLS. Module định tuyến có thể là bất cứ giao thức nào trong các giao thức công nghiệp phổ biến. Phụ thuộc vào môi trường hoạt động, module định tuyến có thể là OSPF, BGP hay PNNI của ATM, etc…Module LDP sử dụng TCP để truyền dẫn tin cậy các dữ liệu điều khiển từ LSR này đến LSR khác trong suốt một phiên. LDP cũng duy trì LIB. LDP sử dụng UDP trong suốt quá trình khám phá của nó về trạng thái hoạt động. Trong trạng thái này, LSP cố gắng nhận dạng các phần tử lân cận và cũng như sự có mặt của chính các tín hiện của nó với mạng. Điều này được thực hiện thông qua trao đổi gói.

IP Fwd là module chuyển tiếp IP cổ điển, nó tìm kiếm chặng kế tiếp bằng việc so sánh để phù hợp với địa chỉ dài nhất trong các bảng của nó. Với MPLS, điều này được thực hiện chỉ bởi các LER. MPLS Fwd là module chuyển tiếp MPLS, nó so sánh một nhãn với một cổng đầu ra và chọn sự phù hợp nhất với một gói đã cho.Các lớp được biểu diễn trong hộp với đường gấp khúc có thể được thực hiện bằng phần cứng để hoạt động nhanh và có hiệu quả.

Hình 7.6. *Ngăn xếp giao thức MPLS.*

CHƯƠNG VIII

CHUYỂN MẠCH MỀM

Thị trường thông tin đang thay đổi, sự thay đổi này không chỉ liên quan tới các nhà sản xuất, các nhà nghiên cứu thị trường viễn thông mà còn tới nhiều người trong lĩnh vực khác của xã hội. Phương thức mà con người trao đổi thông tin, giao tiếp với nhau, kinh doanh với nhau đang dần thay đổi cùng với nền công nghiệp viễn thông. Các đường điện thoại không chỉ còn mang thông tin thoại mà còn truyền cả số liệu và video. Thông tin thoại, số liệu, fax, video và các dịch vụ khác đang dần dần thay đổi cùng với nền công nghiệp viễn thông. Các đường điện thoại không chỉ mang thông tin thoại mà còn truyền cả số liệu và video. Thông tin thoại, số liệu, fax, video và các dịch vụ khác đang được cung cấp tới đầu cuối là điện thoại, thiết bị di động, máy tính cá nhân, các máy trò chơi, các thiết bị đo, các máy móc tự động và hàng loạt các thiết bị không thể kể hết được. Lưu lượng thông tin số liệu đã vượt xa lưu lượng thông tin thoại và vẫn tăng không ngừng với tốc độ gấp 10 lần tốc độ tăng của lưu lượng thông tin thoại. Chuyển mạch kênh, vốn là đặc trưng của PSTN truyền thống trong suốt thế kỷ qua, đã không còn thích hợp nữa và đang nhường bước cho chuyển mạch gói trong mạng thế hệ mới.

Mạng thế hệ mới đang dần được hình thành, đó không phải là một cuộc cách mạng mà là một bước phát triển. Hạ tầng mạng của thế kỷ 20 không thể được thay thế chỉ trong một sớm một chiều, vì thế NGN phải tương thích được với môi trường mạng có sẵn. Trong quá trình phát triển, vốn đầu tư sẽ dần dịch chuyển từ hạ tầng mạng chuyển mạch kênh hiện nay sang hạ tầng mạng thế hệ mới.

Có nhiều yếu tố góp phần tạo nên sự nổi trội của công nghệ mạng thế hệ mới. Môi trường kinh doanh toàn cầu đang thay đổi. Trong phần lớn thế kỷ 20, hầu hết các mạng thông tin do các nhà độc quyền điều hành. Trong nhiều trường hợp, các nhà độc quyền này thuộc sở hữu của chính phủ. Giờ đây, trong thế kỷ 21 này, các nhà cung cấp thuộc nhà nước đang được cổ phần hoá, thế độc quyền cũng biến mất nhường chỗ cho cạnh tranh. Trong khi đó, nhu cầu của khách hàng về kết nối, về băng thông và các dịch vụ chất lượng cao đang tăng lên theo cấp số nhân. Khả năng lựa chọn dịch vụ của khách hàng cũng đang được mở rộng.

Mạng thế hệ mới là mạng của các ứng dụng mới và các khả năng mang lại lợi nhuận mà chỉ đòi hỏi gía thành thấp. Đó không chỉ là mạng phục vụ thông tin thoại. Đó không chỉ là mạng phục vụ truyền số liệu. Đó là một mạng thống nhất mang lại những ứng dụng cao cấp cho đời sống xã hội.

8.1. Tổng quan về chuyển mạch mềm

8.1.1. Tại sao cần có công nghệ chuyển mạch mềm

Thị trường viễn thông đang phát triển một cách nhanh chóng. Cáp đồng và cáp quang trước đây vẫn dùng để truyền dẫn thông tin thoại nay đã sử dụng cho cả dữ liệu và video. Chuyển mạch kênh truyền thống đang dần dần nhường chỗ cho chuyển mạch gói hiệu quả hơn và mềm dẻo hơn. Đây là kết quả tất yếu của sự bùng nổ mạng IP. Hàng loạt các công ty mới tham gia vào thị trường viễn thông như nhà cung cấp dịch vụ, và những công ty đang hoạt động phải thay đổi phương thức kinh doanh của họ. Tất cả tìm kiếm giải pháp nâng cao chất lượng dịch vụ và giảm giá thành.

Chuyển mạch là trái tim của bất cứ mạng viễn thông nào, cho phép hai thuê bao trong mạng có thể kết nối và thực hiện cuộc gọi.

Mạng PSTN ngày nay nói chung đáp ứng được rất tốt nhu cầu dịch vụ thoại của khách hàng. Tuy nhiên trong lĩnh vực cung cấp dịch vụ thoại còn có nhiều vấn đề chưa giải quyết một cách thực sự thoả đáng, chưa nói đến những dịch vụ mới như truyền số liệu…

Trong mạng chuyển mạch kênh ngày nay, chỉ có các khách hàng cỡ vừa và lớn được hưởng lợi từ sự cạnh tranh trong thị trường dịch vụ viễn thông, họ có thể thuê một số luồng E1 để đáp ứng nhu cầu của mình. Các khách hàng doanh nghiệp nhỏ, cỡ 16 line trở xuống được hưởng rất ít ưu đãi. Trong khi đó thị trường các khách hàng nhỏ mang lại lợi nhuận khá lớn cho các nhà khai thác dịch vụ. Các nhà khai thác vẫn thu được rất nhiều từ các cuộc gọi nội hạt thời gian ngắn, từ các cuộc gọi đường dài, và từ các dịch vụ tuỳ chọn khác như Voice mail. Hiện nay, tất cả các dịch vụ thoại nội hạt đều được cung cấp thông qua các tổng đài nội hạt theo công nghệ chuyển mạch kênh, đơn giản bởi vì chẳng có giải pháp nào khác. Chính điều này là cản trở đối với sự phát triển của dịch vụ, bởi 3 nguyên nhân chính sau đây:

Giá thành chuyển mạch của tổng đài nội hạt

Thị trường thiết bị chuyển mạch nội hạt do một số nhà sản xuất lớn kiểm soát và họ thu lợi nhuận lớn từ thị trường này. Các tổng đài nội hạt của các nhà sản xuất này được thiết kế để phục vụ hàng chục ngàn, thậm chí hàng trăm ngàn thuê bao. Trong khi khả năng mở rộng của các chuyển mạch này không có gì phải nghi ngờ, nhưng chúng hoàn toàn không thích hợp để triển khai phục vụ cho vài ngàn người, bởi vì giá thành thiết bị sẽ cao. Mức thấp nhất của một tổng đài nội hạt thường ở khoảng vài triệu USD, một con số có thể làm nản lòng các nhà cung cấp dịch vụ, buộc họ chỉ giám tham gia vào thị trường lớn nhất. Cũng có một vài nhà cung cấp đã thử tham gia thị trường cấp 2 và cấp 3 với chuyển mạch kênh bằng cách thiết lập một tổng đài chuyển mạch để phục vụ một vài thành phố. Chuyển mạch được phân chia một cách logic thành nhiều mã vùng, mỗi thành phố có một hoặc

nhiều mã, và kết nối tới các mạng truy nhập nội vùng tại mỗi thành phố bằng các trung kế. Tuy rằng, phương pháp tiếp cận này giảm được chi phí trên một đường dây thuê bao, nhưng tiết kiệm chi phí cho phần cứng chuyển mạch thì đổi lại phải chịu một chi phí truyền dẫn đáng kể khi thông tin được truyền tới tổng đài rồi lại được truyền ngược trở lại thành phố nơi nó xuất phát.

Nếu có những giải pháp cho tổng đài nột hạt chỉ đòi hỏi chi phí thấp hơn nhiều so với tổng đài chuyển mạch kênh thì tính cạnh tranh trong thị trường này sẽ được kích thích, người được hưởng lợi tất nhiên là khách hàng với nhiều sự lựa chọn hơn giá cước thấp hơn.

Không có sự phân biệt dịch vụ

Các tổng đài chuyển mạch kênh nội hạt cung cấp cùng một tính năng cho các dịch vụ tuỳ chọn, ví dụ như đợi cuộc gọi đến, chuyển cuộc gọi, xác định số chủ gọi, hạn chế cuộc gọi... Phần lớn các dịch vụ này đã tồn tại từ nhiều năm, các dịch vụ hoàn toàn mới tương đối hiếm. Một phần bởi vì sẽ rất tốn kém khi phát triển và thử nghiệm các khả năng mà một khách hàng có thể nghĩ ra và thực hiện trên các nút bấm điện thoại của mình.

Do các nhà khai thác dịch vụ cạnh tranh và các nhà khai thác cấp trên cùng phụ thuộc vào một tập hữu hạn các sản phẩm tổng đài điện thoại nội hạt, chính điều đó buộc họ phải cung cấp các dịch vụ giống nhau. Trong trường hợp đó, cách duy nhất để các nhà khai thác cạnh tranh thu hút khách hàng là giảm giá cước.

Chỉ tạo sự chênh lệch về mặt giá cả vốn đã không phải là một chiến lược kinh doanh dài hạn tốt trong lĩnh vực viễn thông. Nếu có những giải pháp chuyển mạch nội hạt nào đó cho phép tạo ra các dịch vụ thật sự mới và hấp dẫn thì các nhà khai thác sẽ có cơ hội tạo sự khác biệt về mặt dịch vụ chứ không chỉ về mặt giá cước. Đó có lẽ mới là một viễn cảnh thật sự tươi sáng về lợi nhuận và về sự thu hút khách hàng.

Những giới hạn trong phát triển mạng

Các tổng đài chuyển mạch nội hạt đều sử dụng kỹ thuật chuyển mạch kênh. Trong cơ cấu chuyển mạch, thông tin thoại tồn tại dưới dạng các dòng 64Kbps, tại các cổng vào và ra của chuyển mạch, các dòng số 64K này được dồn/ tách kênh theo thời gian vào các luồng số tốc độ cao. Quá trình định tuyến và điều khiển cuộc gọi liên hệ chặt chẽ với cơ cấu chuyển mạch.

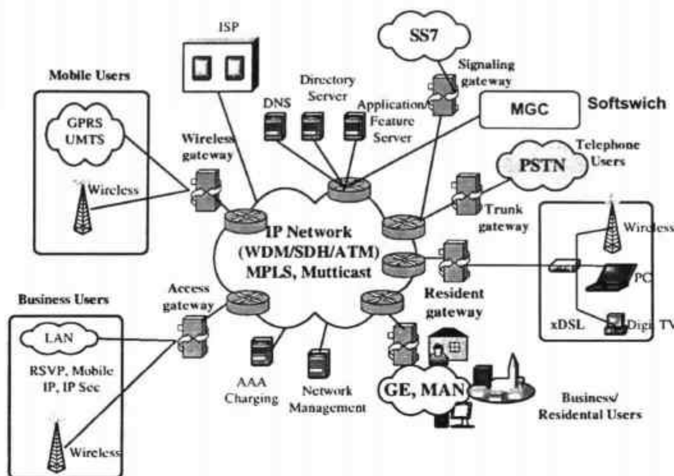
Như đã nói ở trên, những lợi ích về mặt kinh tế của thoại gói đang thúc đẩy sự phát triển của mạng truy nhập và mạng đường trục từ chuyển mạch kênh sang gói. Và bởi vì thoại gói đang dần được chấp nhận rộng rãi trong cả mạng truy nhập và mạng đường trục, các tổng đài chuyển mạch kênh nội hạt truyền thống đóng vai trò cầu nối của cả hai mạng gói này. Việc chuyển đổi gói sang kênh phải được thực hiện tại cả hai đầu vào ra của chuyển mạch kênh, làm phát sinh những chi phí phụ không mong muốn và tăng thêm trễ truyền dẫn cho thông tin, đặc biệt ảnh hưởng tới những thông tin nhạy cảm với trễ đường truyền như tín hiệu thoại.

Nếu tồn tại một giải pháp mà trong đó các tổng đài nội hạt có thể cung cấp dịch vụ thoại và các dịch vụ tuỳ chọn khác ngay trên thiết bị chuyển mạch gói, thì sẽ không phải thực hiện các chuyển đổi không cần thiết nữa. Điều này mang lại lợi ích kép là giảm chi phí và tăng chất lượng dịch vụ (giảm trễ đường truyền), và đó cũng là một bước quan trọng tiến gần tới cái đích cuối cùng, mạng NGN.

8.1.2. Sự ra đời của chuyển mạch mềm

Trong tương lai, mạng thế hệ mới sẽ hoàn toàn dựa trên cơ sở hạ tầng là mạng gói. Vì thế việc chuyển từ mạng viễn thông hiện tại lên mạng thế hệ mới phải trải qua nhiều giai đoạn. Do PSTN hiện tại vẫn hoạt động tốt và cung cấp dịch vụ khá tin cậy (99.999%) nên việc chuyển cả mạng truy nhập và mạng lõi của PSTN thành mạng gói là rất tốn kém. Để tận dụng cơ sở hạ tầng của PSTN và ưu điểm của

chuyển mạch gói, cấu hình mạng NGN bao gồm chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói được thể hiện như trong hình sau:



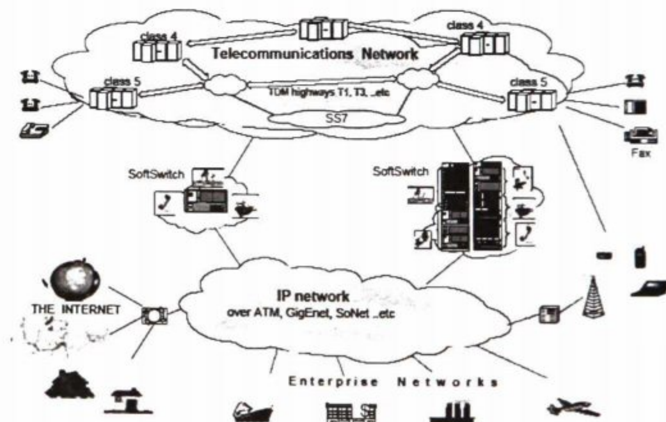
Hình 8.1. *Cấu trúc mạng NGN.*

Theo hình trên, tổng đài cấp 5 (tổng đài nội hạt) dùng chuyển mạch kênh (circuit-switched local-exchange) (thể hiện qua phần mạng PSTN) vẫn được sử dụng. Như đã biết, phần phức tạp nhất trong những tổng đài này chính là phần mềm xử lý gọi. Phần mềm này chạy trên một bộ xử lý chuyên dụng được tích hợp sẵn với phần cứng vật lý chuyển mạch kênh. Hay nói cách khác, phần mềm sử dụng trong các tổng đài nội hạt phụ thuộc vào phần cứng của tổng đài. Điều này gây khó khăn cho việc tích hợp mạng PSTN và mạng chuyển mạch gói khi xây dựng NGN. Giải pháp có thể thực thi là tạo ra một thiết bị lai (hybrid device) có thể chuyển mạch thoại ở cả dạng kênh và gói với sự tích hợp của phần mềm xử lý gọi. Điều này được thực hiện bằng cách **tách riêng chức năng xử lý cuộc gọi khỏi chức năng chuyển mạch vật lý**. Thiết bị đó chính là bộ điều khiển cổng phương tiện

MGC sử dụng chuyển mạch mềm. Hay chuyển mạch mềm chính là thiết bị thực hiện việc xử lý cuộc gọi trong mạng NGN.

Việc phân tách chức năng điều khiển cuộc gọi và các dịch vụ từ mạng truyền tải nằm phía dưới là giải pháp cho các mạng dựa trên chuyển mạch mềm. Hỗ trợ các giao diện báo hiệu chuẩn sẽ cung cấp kết nối liền mạch giữa PSTN truyền thống và các mạng công cộng thế hệ mới, đảm bảo việc phát triển mềm dẻo cho các hệ thống. Thoại qua mạng gói, mạng chuyển tiếp khung và mạng tế bào thể hiện một thị trường to lớn, tạo cơ hội cho các nhà kinh doanh và khai thác.

Công nghệ chuyển mạch mềm cho phép kết nối giữa Internet, các mạng vô tuyến, các mạng cáp và các mạng điện thoại truyền thống. Hình 8.2 giới thiệu về sự hội tụ mạng có thể đạt được nhờ sử dụng chuyển mạch mềm. Chuyển mạch mềm cho phép mạng điện thoại thông tin với thế giới Internet. Phương thức kết nối, hệ thống đánh số danh bạ và phương thức tính cước của thế giới thoại sẽ có sẵn đối với các mạng khác (gồm cả Internet) sử dụng chuyển mạch mềm.



Hình 8.2. *Ví dụ về chuyển mạch mềm trong mạng.*

Mạng điện thoại truyền thống sử dụng các chuyển mạch cấp 5 và cấp 4 theo kỹ thuật ghép kênh theo thời gian (TDM) để truyền dữ liệu thoại. Đồng thời cũng sử dụng mạng báo hiệu SS7 để thực hiện việc thiết lập và giải phóng cuộc gọi, cùng các chức năng khác. Mạng điện thoại truyền thống được tích hợp với mạng IP nhờ sử dụng các thành phần nào đó của chuyển mạch mềm, gồm có các cổng phương tiện (MG) (chuyển dữ liệu thoại giữa các mạng khác nhau) và các cổng báo hiệu (SG) (chuyển dữ liệu báo hiệu cuộc gọi giữa các mạng khác nhau). Điển hình là mạng IP được sử dụng để xử lý dữ liệu thoại. Mạng IP cũng giống như mạng Internet công cộng, ngoại trừ việc cung cấp chất lượng dịch vụ cho dữ liệu thoại, thường được thực hiện với công nghệ IP qua ATM (IP over ATM).

Hầu hết chuyển mạch mềm được triển khai hỗ trợ ở các tổng đài cấp 4 (Toll), cấp 5 (Tổng đài nội hạt) và các dịch vụ gia tăng giá trị có liên quan.Với dự phát triển của kinh tế Internet và thương mại điện tử, các yêu cầu dịch vụ từ các nhà điều hành mạng, các nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP), các nhà cung cấp dịch vụ mạng (NSP) và các nhà cung cấp dịch vụ ứng dụng (ASP) đang hợp nhất. Khả năng tích hợp thông tin và các dịch vụ qua các mạng khác nhau làm cho chuyển mạch mềm thu hút các thương doanh và các ứng dụng.

8.1.3. Khái niệm về chuyển mạch mềm

Chuyển mạch mềm (Softswitch) là khái niệm tương đối mới, xuất hiện lần đầu tiên vào khoảng năm 1995. Hiện nay khái niệm chuyển mạch đang gây nhiều tranh cãi, và có nhiều khái niệm khác nhau, tùy thuộc vào từng hãng viễn thông.

ISC là tổ chức đại diện cho các nhà đứng đầu công nghệ, các nhà sản xuất thiết bị viễn thông, ITU và IETF. ISC định nghĩa chuyển mạch mềm là tập hợp các công nghệ cho phép các dịch vụ viễn thông thế hệ mới dựa trên các tiêu chuẩn mở. Đây là điểm khác so với mô hình truyền thống: các dịch vụ, điều khiển cuộc gọi và phần cứng truyền tải là độc quyền.

Theo hãng **Mobile IN**, chuyển mạch mềm là ý tưởng về việc tách phần cứng mạng ra khỏi phần mềm mạng.

Theo hãng **Nortel**, chuyển mạch mềm chính là thành phần quan trọng nhất của mạng thế hệ mới. Chuyển mạch mềm là một phần mềm theo mô hình mở, có thể thực hiện được những chức năng thông tin phân tán trên một môi trường máy tính mở và có chức năng của mạng chuyển mạch thoại TDM truyền thống. Chuyển mạch mềm có thể tích hợp thông tin thoại, số liệu và video. Và nó có thể phiên dịch giao thức giữa các mạng khác nhau.

Theo **CopperCom**, chuyển mạch mềm là tên gọi dùng cho một phương pháp tiếp cận mới trong chuyển mạch thoại, có thể giúp giải quyết được các thiếu sót của các chuyển mạch trong các tổng đài nội hạt truyền thống.

Thực chất của khái niệm chuyển mạch mềm chính là phần mềm thực hiện chức năng xử lý cuộc gọi trong hệ thống chuyển mạch có khả năng chuyển tải nhiều loại thông tin với các giao thức khác nhau. (Ghi chú: chức năng xử lý cuộc gọi bao gồm định tuyến cuộc gọi và quản lý, xác định và thực thi các đặc tính cuộc gọi).

Theo thuật ngữ chuyển mạch mềm thì chức năng chuyển mạch vật lý được thực hiện bởi cổng phương tiện (MG), còn xử lý cuộc gọi là chức năng của bộ điều khiển cổng phương tiện (MGC). Việc tách hai chức năng này là một giải pháp tốt nhất vì:

- Cho phép có một giải pháp phần mềm chung đối với việc xử lý cuộc gọi. Và phần mềm này được cài đặt trên nhiều loại mạng khác nhau, bao gồm cả mạng chuyển mạch kênh và mạng chuyển mạch gói (áp dụng được với các dạng gói và các môi trường truyền dẫn khác nhau).
- Là động lực cho các hệ điều hành, các môi trường máy tính chuẩn, tiết kiệm đáng kể trong việc phát triển và ứng dụng các phần mềm xử lý cuộc gọi.

- Cho phép các phần mềm thông minh của các nhà cung cấp dịch vụ điều khiển từ xa thiết bị chuyển mạch đặt tại trụ sở của khách hàng, một yếu tố quan trọng trong việc khai thác tiềm năng của mạng tương lai.

Nói tóm lại, chuyển mạch mềm là:

- Công nghệ chuyển mạch các cuộc gọi trên nền công nghệ gói (như VoIP), và không chuyển mạch trực tiếp các cuộc gọi PSTN (mặc dù có thể hỗ trợ đầu cuối tương tự như máy điện thoại thông thường).

- Phần mềm hệ thống chạy trên máy chủ có kiến trúc mở (Sun, Intel…)

- Có giao diện lập trình mở.

- Hỗ trợ đa dịch vụ, từ thoại, fax, cuộc gọi video đến tin nhắn…

Thuật ngữ chuyển mạch mềm cũng được sử dụng như một tên sản phẩm của thành phần chính thực hiện kết nối cuộc gọi như Tác nhân cuộc gọi (Call Agent) hay bộ điều khiển cổng phương tiện MGC (Media Gateway Controller).

8.1.4. Lợi ích của Softswitch đối với các nhà khai thác và người sử dụng

Công nghệ chuyển mạch mềm trong mạng NGN giúp cho việc thực hiện, khai thác, vận hành bảo dưỡng mạng một cách dễ dàng, hiệu quả. Sau đây ta xét một số lợi ích của chuyển mạch mềm đối với các nhà khai thác và người sử dụng:

Những cơ hội mới về doanh thu

Công nghệ mạng và công nghệ chuyển mạch thế hệ mới cho ra đời những dịch vụ giá trị gia tăng hoàn toàn mới với nhiều ứng dụng thoại, số liệu và video. Các dịch vụ mới này hứa hẹn sẽ đem lại doanh thu cao hơn nhiều so với các dịch vụ thoại truyền thống. Hội thảo IP cũng như IP-Centrex là các dịch vụ cao cấp mới mô phỏng các tính năng của điện thoại truyền thống bằng công nghệ IP. Các nhà cung

cấp dịch vụ Internet (ISP) có thể sử dụng Softswitch để xây dựng nhiều dịch vụ có tính năng thoại. Cấu trúc phân tán vốn thuộc về bản chất của softswitch sẽ vẫn cho phép mạng thoại phát triển vì các nhà cung cấp vẫn có thể thêm các dịch vụ khi nào và tại đâu họ muốn.

Thời gian triển khai ngắn

Không chỉ có việc triển khai dịch vụ mới được nhanh chóng hơn, mà cả việc cung cấp các dịch vụ sau đó hay nâng cấp dịch vụ cũng trở nên nhanh chóng không kém, do các dịch vụ được cung cấp thông qua các phần mềm.

Trong thế giới truyền thông, thời gian tiếp cận thị trường là rất quan trọng. Những công ty mới gia nhập thị trường chỉ có thể trông mong chiếm được 30% thị phần. Trong Mạng NGN, các nhà khai thác mới vẫn có cơ hội chiếm giữ tới 80% thị phần, tất nhiên nếu họ có đủ khả năng.

Khả năng thu hút khách hàng

Công việc kinh doanh cũng như cuộc sống của các khách hàng sẽ được trợ giúp rất nhiều bởi mạng thế hệ mới, chính vì vậy khách hàng sẽ lệ thuộc nhiều hơn vào các nhà cung cấp dịch vụ, điều đó làm giảm bớt nguy cơ biến động trong kinh doanh của các nhà cung cấp dịch vụ. Các nhà cung cấp có thể sử dụng công nghệ Softswitch để cho phép các khách hàng tự lựa chọn và kiểm soát các dịch vụ thông tin do mình sử dụng. Viễn cảnh hấp dẫn này sẽ làm khách hàng trở nên "trung thành" với nhà cung cấp dịch vụ.

Giảm chi phí xây dựng mạng

Các hệ thống chuyển mạch mềm sẽ thay thế cho các tổng đài trong mạng chuyển mạch kênh truyền thống, vì giải pháp mới này về căn bản ít tốn kém hơn nhiều nên trở ngại đối với các nhà khai thác mới muốn tham gia không còn lớn như trước nữa. Chi phí cho các hệ thống Softswitch chủ yếu là chi phí cho phần mềm mà không phải chi phí nhiều cho các cơ cấu chuyển mạch kênh như trước nữa, do đó đầu tư vào Softswitch sẽ tăng gần như tuyến tính theo số lượng khách

hàng mà không phải là một khoản đầu tư ban đầu rất lớn như trước đây.

Các nhà khai thác mới chỉ cần mua các tính năng mà họ thấy cần thiết, khởi đầu với vài trăm khách hàng và thêm dần tính năng khi quy mô khách hàng được mở rộng. Và mặc dù chỉ khởi đầu với số lượng khách hàng nhỏ, các nhà khai thác này vẫn có thể cung cấp đầy đủ các dịch vụ cho khách hàng như các nhà khai thác lớn hơn. Đây là điểm đặc biệt vì chuyển mạch truyền thống luôn được thiết kế với tính năng và quy mô lớn hơn nhiều số lượng khách hàng và nhu cầu dịch vụ thực tế.

Giảm chi phí điều hành mạng và chi phí hoạt động trung bình

Như đã nói ở trên, Softswitch cho phép khách hàng tự lựa chọn và kiểm soát quá trình sử dụng dịch vụ của mình, điều đó giúp giảm thiểu công việc cho các nhà điều hành mạng. Giảm chi phí hoạt động trong thời gian dài cũng là điều hiển nhiên vì với Softswitch sẽ không còn các tổng đài lớn tập trung, tiêu tốn năng lượng và nhân lực điều hành, chuyển mạch giờ đây sẽ là các máy chủ đặt phân tán trong mạng, được điều khiển bởi các giao diện thân thiện người sử dụng (GUI).

Sử dụng băng thông một cách hiệu quả

Trong mô hình hiện nay, hệ thống điện thoại thiết lập một kênh dành riêng giữa người gọi và người được gọi trong một cuộc gọi bình thường. Đường truyền này sẽ không sử dụng được cho bất kỳ một mục đích nào khác trong suốt quá trình đàm thoại. Kỹ thuật TDM cho phép hệ thống truyền nhiều cuộc gọi trên một đường trung kế, tuy nhiên kênh dành riêng vẫn sử dụng tài nguyên mạng nhiều hơn mức thực tế yêu cầu, đặc biệt tại những khoảng lặng trong quá trình đàm thoại của bất bỳ một cuộc hội thoại trên mạng.

Quản lý mạng hiệu quả hơn

Chuyển mạch mềm cũng cho phép các công ty quản lý mạng của mình một cách hiệu quả hơn. Bên cạnh việc có thể giám sát và điều

chỉnh hoạt động của mạng theo thời gian thực, khả năng truy nhập từ xa giúp cho việc nâng cấp cũng như thay đổi cấu hình mạng được thực hiện từ một trạm trung tâm, không nhất thiết phải đến tận nơi đặt thiết bị chuyển mạch.

Cải thiện dịch vụ

Khả năng nâng cấp một cách dễ dàng là một trong những nguyên nhân làm cho chuyển mạch mềm sẽ được nhanh chóng chấp nhận trong lĩnh vực viễn thông. Bằng cách thêm những dịch vụ mới thông qua một máy chủ ứng dụng mới riêng biệt hay bằng cách triển khai thêm một module của nhà cung cấp thứ 3 (third party vendors). Các nhà khai thác có thể cung cấp những dịch vụ mới nhanh chóng hơn và với giá thấp nhiều so với trong chuyển mạch truyền thống. Chuyển mạch mềm hỗ trợ nhiều tính năng giúp cho các công ty viễn thông có một cấu hình nền tảng mạnh cho phép họ phân biệt dịch vụ cho từng khách hàng đơn lẻ.

Chuyển mạch mềm tạo ra một môi trường tạo lập dịch vụ linh hoạt hơn cho phép các nhà khai thác triển khai các dịch vụ mới mà không vấp phải những trở ngại của việc nâng cấp phần cứng (giá thành cao) và các chi phí kèm theo khác như về nhân công, chuyên chở...

Tiết kiệm không gian lắp đặt thiết bị

Chuyển mạch mềm cho phép các ứng dụng được chạy tại bất cứ khu vực nào trong mạng. Mạng có thể có cấu trúc sao cho các máy chủ được bố trí gần những nơi mà nó thật sự là tài nguyên quan trọng. Các ứng dụng và tài nguyên có nhiệm vụ cung cấp các dịch vụ và tính năng mới không nhất thiết phải đặt tại cùng một nơi trong mạng. Các nhà khai thác có thể sử dụng diện tích của mình một cách hiệu quả hơn vì NGN vốn bản chất là mạng phân tán, hơn nữa các thành phần cấu thành nên mạng thế hệ mới cũng có kích thước nhỏ hơn so với các chuyển mạch truyền thống.

Đặt các máy chủ ở nhiều nơi trong mạng, đồng nghĩa với việc sẽ không còn những điểm "nút" lưu lượng mạng, do đó cũng sẽ làm mạng trở nên tin cậy hơn.

Một môi trường tạo lập dịch vụ mềm dẻo

Một môi trường tạo lập dịch vụ linh hoạt cho phép các nhà khai thác triển khai các dịch vụ mới mà không vấp phải những trở ngại của việc nâng cấp phần cứng (nói chung là giá thành cao) và các chi phí kèm theo khác như về nhân công, chuyên chở ***An toàn vốn đầu tư.***

Mạng NGN hoạt động song song với hạ tầng mạng sẵn có, vì vậy các nhà khai thác vẫn thu hồi được vốn đã đầu tư vào thiết bị mạng truyền thống, cùng lúc đó vẫn triển khai được những dịch vụ mới hoạt động tốt trên môi trường mạng có kiến trúc phức tạp, không đồng nhất.

Ngoài những lợi ích kể trên, thì chuyển mạch mềm còn cho phép khách hàng có được chất lượng dịch vụ của thông tin thoại, số liệu, video qua đường dây điện thoại vốn có của mình (cùng với một đầu cuối thông minh, một chiếc PC chẳng hạn) mà không cần quan tâm tới kiến trúc hạ tầng mạng. Các hệ thống chuyển mạch mềm tích hợp được với các thành phần mạng khác nhằm cung cấp các dịch vụ phức tạp, cao cấp cho phép điều khiển cuộc gọi đa giao thức và hỗ trợ các ứng dụng đa phương tiện.

Bên cạnh việc ứng dụng các chức năng của điện thoại truyền thống trên một mạng IP chi phí thấp hơn nhiều, chuyển mạch mềm cho phép các nhà cung cấp xác lập, triển khai và điều hành các dịch vụ mới, tính toán mức độ sử dụng các dịch vụ đó để tính cước khách hàng trong của hai hệ thống trả sau hay trả trước. Bằng cách sử dụng các giao diện lập trình mở (API) trong chuyển mạch mềm, các nhà phát triển có thể tích hợp dịch vụ mới hay thêm các máy chủ mới dễ dàng. Các nhà khai thác cũng có thể truy nhập tới các danh mục có sẵn để hỗ trợ cho các dịch vụ nhận dạng cuộc gọi (Caller-ID) hay chuông có chọn lọc (Selective Ringing).

Chuyển mạch mềm nói chung có thể cung cấp một số dịch vụ cơ bản sau:

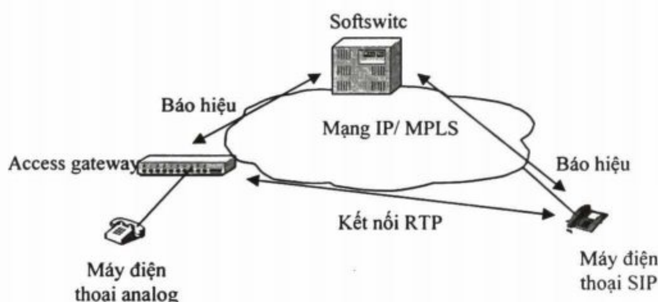
- Trung tâm cuộc gọi ảo
- Nhắn tin hợp nhất
- IP Centrex
- Hỗ trợ đa phương tiện
- Tương tác với PSTN
- Bao trùm hết tập tính năng của các chuyển mạch lớp 4 và lớp 5
- Thẻ gọi trả trước
- Tính cước
- Cuộc gọi khẩn cấp

Khi vẫn tận dụng mạng PSTN, chuyển mạch mềm được sử dụng trong mạng công cộng để thay thế cho tổng đài cấp 4 (tandem switch) và trong mạng riêng. Khi đó, phần mềm điều khiển chuyển mạch chỉ có nhiệm vụ đơn giản là thiết lập và giải phóng cuộc gọi.

Trong tương lai khi tiến tới mạng NGN hoàn toàn thì các MGC sử dụng chuyển mạch mềm sẽ thay thế cả các tổng đài nội hạt (cấp 5). Khi đó chuyển mạch mềm không chỉ thiết lập và giải phóng cuộc gọi mà còn thực hiện cả các chức năng phức tạp khác của một tổng đài cấp 5.

8.1.5. Thiết lập cuộc gọi trong chuyển mạch mềm

Với chức năng chuyển mạch và điều khiển cuộc gọi, Softswitch là thành phần chính trong mạng thế hệ mới. Tuy nhiên khác với tổng đài điện tử, lưu lượng cuộc gọi trong mạng chuyển mạch mềm không đi qua Softswitch, các đầu cuối trực tiếp trao đổi dữ liệu với nhau (trong cuộc gọi VoIP các đầu cuối thiết lập kết nối RTP trực tiếp).



Hình 8.3. *Thiết lập cuộc gọi.*

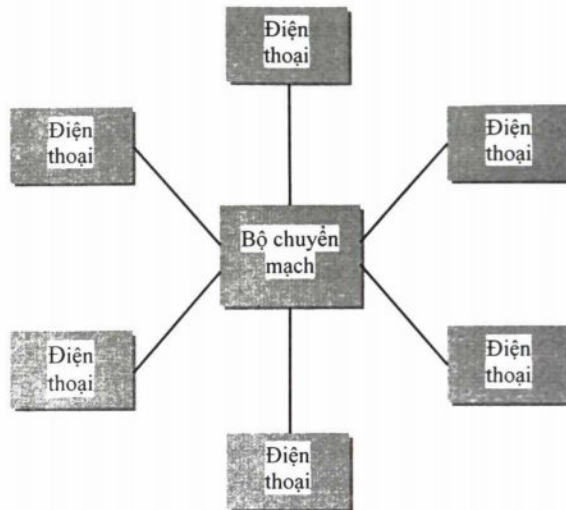
Để hiểu rõ hơn vai trò của Softswitch chúng ta xem xét quá trình thiết lập cuộc gọi như trên hình 8.3. Máy điện thoại SIP thực hiện quay số đến máy điện thoại analog được kết nối vào Access gateway. Softswtich, máy điện thoại SIP và gateway trao đổi với nhau các bản tin báo hiệu cuộc gọi SIP. Sau khi thủ tục báo hiệu cuộc gọi thực hiện xong, máy điện thoại SIP và Access gateway thiết lập kết nối RTP và trực tiếp trao đổi các gói dữ liệu thoại, không cần đến sự can thiệp của Softswitch.

Như vậy, mạng chuyển mạch mềm là mạng xử lý tập trung về mặt logic nhưng tài nguyên phân tán. Chuyển mạch cuộc gọi trên nền mạng chuyển mạch gói và tạo ra nhiều ưu thế vượt trội mà chúng ta sẽ tiếp tục xem xét.

8.2. So sánh chuyển mạch mềm với chuyển mạch kênh

8.2.1. Đặc tính chuyển mạch

Mạng chuyển mạch kênh truyền thống có thể được minh hoạ đơn giản như sau:

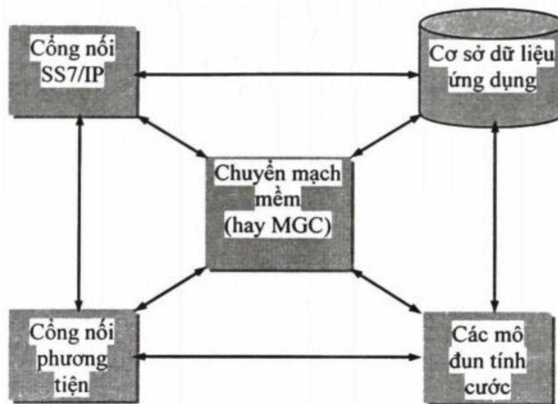


Hình 8.4. *Chuyển mạch kênh.*

Tổng đài là một thiết bị hết sức phức tạp thực hiện việc số hoá tín hiệu thoại của thuê bao (nếu là thuê bao analog chứ không phải là ISDN) và thực hiện chuyển mạch, ghép các luồng PCM tín hiệu số.

Trong các hệ thống chuyển mạch mềm chúng ta có nhiều module tương tác với nhau:

Một cách đơn giản, chúng ta có thể hiểu Softswitch là hệ thống chuyển mạch dựa trên phần mềm, thực hiện được chức năng của các tổng đài điện tử truyền thống. Softswitch là hệ thống mềm dẻo, tích hợp được cả chức năng của tổng đài nội hạt hoặc tandem với chức năng tổng đài doanh nghiệp (PBX). Hơn nữa Softswitch tạo ra sự liên kết giữa mạng IP và mạng PSTN truyền thống, điều khiển và chuyển mạch lưu lượng hỗn hợp thoại-dữ liệu-video.



Hình 8.5. *Thành phần của mạng chuyển mạch NGN.*

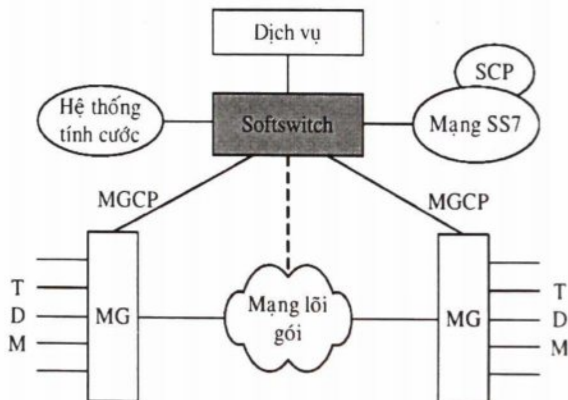
Trong hình 8.5 ta thấy có các module sau: MGC (Media Gateway Controller), SS7/IP gateway, MG (Media Gateway) khối tính cước và cơ sở dữ liệu. MGC còn được gọi là Softswitch, chính là phần lõi của mạng NGN. Khác với tổng đài truyền thống Softswitch chạy trên nền máy tính chuẩn và tất cả chức năng chuyển mạch do phần mềm đảm nhiệm.

Bảng 8.1: ***So sánh các đặc tính chuyển mạch của tổng đài truyền thống và Softswitch***

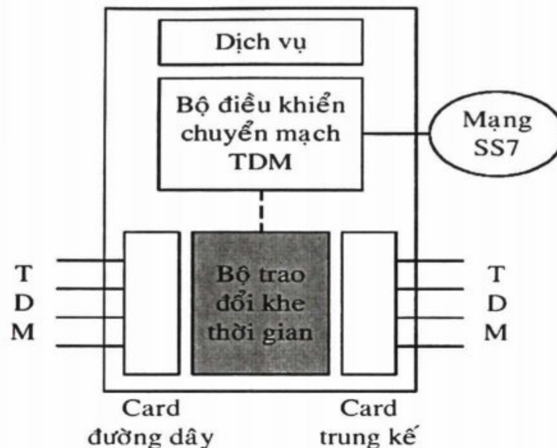
	Softswitch	**Tổng đài PSTN**
Phương pháp chuyển mạch	Phần mềm	Điện tử
Kiến trúc	Phân tán, theo các chuẩn mở	Riêng biệt của từng nhà sản xuất
Khả năng tích hợp với ứng dụng của nhà cung cấp khác	Dễ dàng	Khó khăn

Khả năng thay đổi mềm dẻo	Có	Khó khăn
Giá thành	Rẻ, khoảng bằng một nửa tổng đài điện tử	Đắt
Khả năng nâng cấp	Rất cao	Rất tốt, tuy có hạn chế hơn
Giá thành của cấu hình cơ bản	Thấp, giá thành thay đổi gần như tuyến tính với số lượng thuê bao. Cấu hình cơ bản có thể sử dụng cho mạng doanh nghiệp	Rất cao, tổng đài PSTN không thích hợp cho mạng doanh nghiệp
Truyền thông đa phương tiện	Có	Rất hạn chế
Hội nghị truyền hình	Tốt hơn	Có
Lưu lượng	Thoại, fax, dữ liệu, video	Chủ yếu là thoại và fax
Thiết kế cho độ dài cuộc gọi	Không hạn chế	Ngắn (chỉ vài phút)

8.3.2. Cấu trúc hai mạng có sự khác biệt



Hình 8.6. *Cấu trúc của chuyển mạch mềm.*

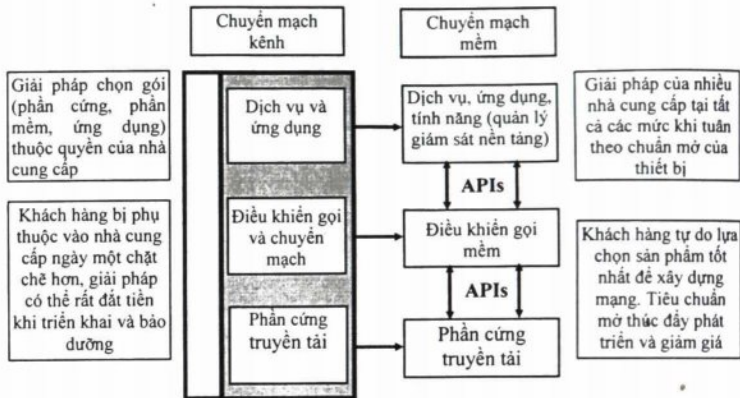


Hình 8.7. *Cấu trúc của chuyển mạch kênh.*

Nhận xét: Cả 2 dạng chuyển mạch đều sử dụng phương pháp ghép kênh trước khi thực sự chuyển mạch.

Như trên hình vẽ ta cũng thấy rõ trong chuyển mạch mềm các thành phần cơ bản của hệ thống chuyển mạch là các module riêng biệt nhau, phần mềm xử lý điều khiển cuộc gọi không phụ thuộc vào phần cứng chuyển mạch vật lý cũng như môi trường lõi truyền thông tin. Còn đối với mạng truyền thống thì tất cả các thành phần đều tích hợp trong 1 phần cứng.

Cấu trúc của tổng đài TDM truyền thống và Softswitch được so sánh trên hình sau:



Hình 8.8. *Cấu trúc tổng đài điện tử và Softswitch.*

8.2.3. Quá trình xử lý cuộc gọi

Để tiện so sánh ở đây, cuộc gọi trong mạng chuyển mạch kênh sử dụng báo hiệu số 7. Đối với chuyển mạch mềm, cuộc gọi được thực hiện giữa 2 thuê bao điện thoại (vẫn sử dụng báo hiệu số 7) trong mạng PSTN với nhau thông qua mạng lõi của mạng thế hệ mới NGN.

a. Cuộc gọi chuyển mạch kênh

Quá trình này gồm những giai đoạn sau:

(1) Thuê bao chủ gọi (TBCG): nhấc máy.

(2) Tổng đài chủ gọi (TĐCG): gửi âm mời quay số cho thuê bao chủ gọi.

(3) TBCG: quay số.

(4) TĐCG: thu số, phân tích và định tuyến để chuyển cuộc gọi đến đích. Bản tin SS7 được chuyển đến tổng đài đích.

(5) Tổng đài bị gọi (TĐBG): thu bản tin SS7, xác định trạng thái của thuê bao bị gọi (TBBG) (bận hay rỗi) và cấp tín hiệu

chuông nếu TBBG rỗi. Đồng thời cũng gửi bản tin SS7 thông báo cho TĐCG trạng thái của TBBG.

(6) TBBG: nhấc máy.

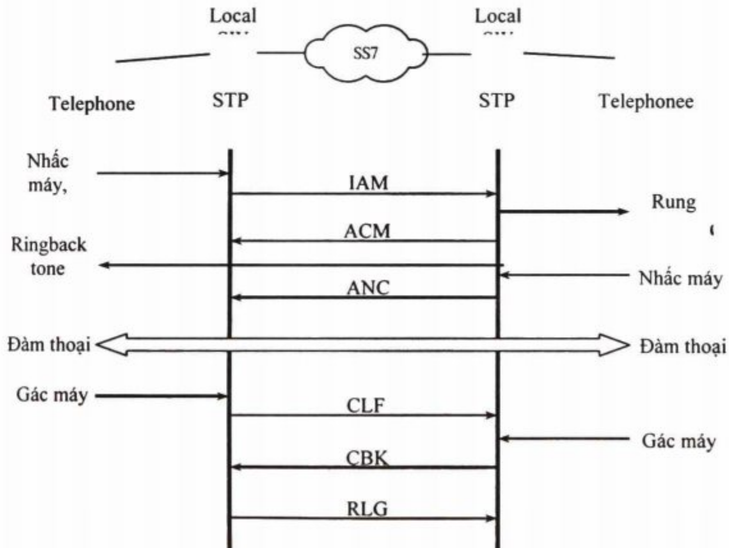
(7) TĐBG thiết lập kết nối, TĐCG bắt đầu tính cước.

(8) TBCG và TBBG: đàm thoại.

(9) TBCG hoặc TBBG đặt máy: cuộc gọi kết thúc.

(10) TĐCG và TĐBG: ngừng tính cước, bản tin kết thúc cuộc gọi được trao đổi.

* Lưu đồ xử lý gọi (hình 8.9)



Hình 8.9. *Lưu đồ xử lý cuộc gọi trong chuyển mạch kênh.*

b. Cuộc gọi chuyển mạch mềm

(1) Khi có một thuê bao nhấc máy (thuộc PSTN) và chuẩn bị thực hiện cuộc gọi thì tổng đài nội hạt quản lý thuê bao đó sẽ nhận biết trạng thái nhấc máy của thuê bao. SG nối với tổng đài này thông qua mạng SS7 cũng nhận biết được trạng thái mới của thuê bao.

(2) SG sẽ báo cho MGC trực tiếp quản lý mình thông qua CA-F, đồng thời cung cấp tín hiệu mời quay số cho thuê bao. Ta gọi MGC này là MGC chủ gọi.

(3) MGC chủ gọi gửi yêu cầu tạo kết nối đến MG nối với tổng đài nội hạt ban đầu nhờ MGC-F.

(4) Các con số quay số của thuê bao sẽ được SG thu và chuyển tới MGC chủ gọi.

(5) MGC chủ gọi sử dụng những số này để quyết định công việc tiếp theo sẽ thực hiện. Cụ thể: các số này sẽ được chuyển tới chức năng R-F, R-F sử dụng thông tin lưu trữ của các máy chủ để có thể định tuyến cuộc gọi. Trường hợp đầu cuối đích cùng loại với đầu cuối gọi đi (tức đều là thuê bao PSTN):

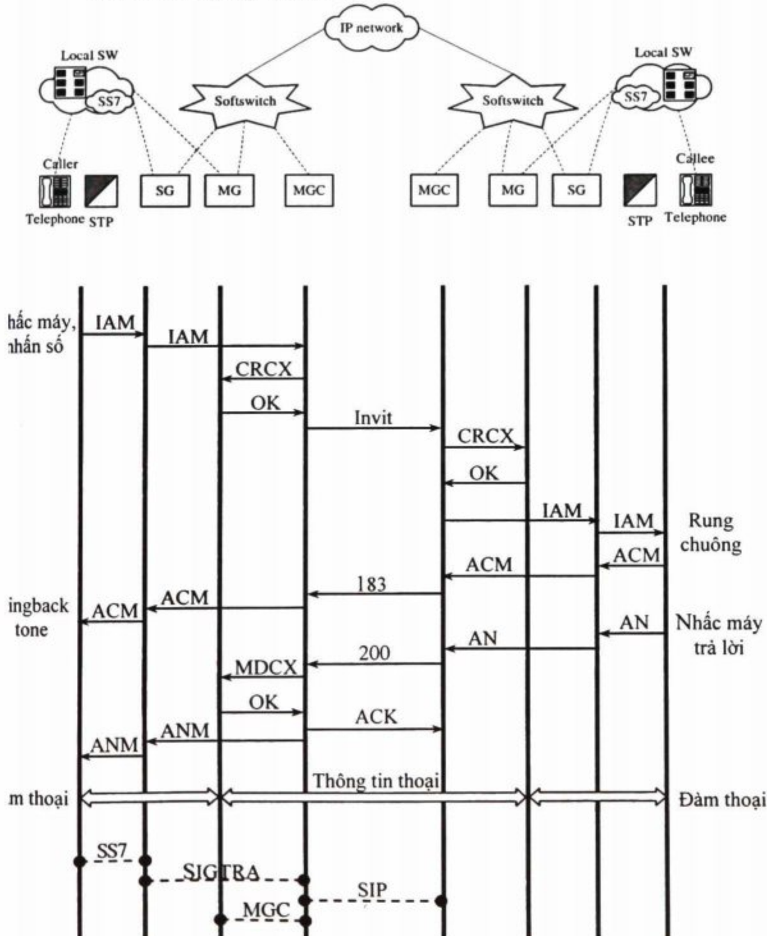
Nếu thuê bao bị gọi cùng thuộc MGC chủ gọi, tiến trình theo bước (7).

Còn nếu thuê bao này thuộc sự quản lý của một MGC khác, tiến trình theo bước (6).

(6) MGC chủ gọi sẽ gửi yêu cầu thiết lập cuộc gọi đến một MGC khác. Nếu chưa đến đúng MGC của thuê bao bị gọi (ta gọi là MGC trung gian) thì MGC này sẽ tiếp tục chuyển yêu cầu thiết lập cuộc gọi đến MGC khác cho đến khi đến đúng MGC bị gọi. Trong quá trình này, các MGC trung gian

luôn phản hồi lại MGC đã gửi yêu cầu đến nó. Các công việc này được thực hiện bởi CA-F.

* Lưu đồ xử lý gọi (hình 8.10)



Hình 8.10. *Lưu đồ xử lý cuộc gọi trong chuyển mạch mềm.*

(7) MGC bị gọi gửi yêu cầu tạo kết nối với MG nối với tổng đài nội hạt của thuê bao bị gọi (MG trung gian).

(8) Đồng thời MGC bị gọi gửi thông tin đến SG trung gian, thông qua mạng SS7 để xác định trạng thái của thuê bao bị gọi.

(9) Khi SG trung gian nhận được bản tin thông báo trạng thái của thuê bao bị gọi (giả sử là rỗi) thì nó sẽ gửi ngược thông tin này trở về MGC bị gọi.

(10) Và MGC bị gọi sẽ gửi phản hồi về MGC chủ gọi để thông báo tiến trình cuộc gọi.

(12) MGC bị gọi gửi thông tin để cung cấp tín hiệu hồi âm chuông cho MGC chủ gọi, qua SG chủ gọi đến thuê bao chủ gọi.

(13) Khi thuê bao bị gọi nhấc máy thì quá trình thông báo tương tự như các bước trên: qua nút báo hiệu số 7, qua SG trung gian đến MGC bị gọi, rồi đến MGC chủ gọi, qua SG chủ gọi rồi đến thuê bao thực hiện cuộc gọi.

(14) Kết nối giữa thuê bao chủ gọi và thuê bao bị gọi được hình thành thông qua MG chủ gọi và MG trung gian..

(15) Khi kết thúc cuộc gọi thì quá trình sẽ diễn ra tương tự như thiết lập cuộc gọi.

Cả 2 cách thức thực hiện cuộc gọi trên (chuyển mạch mềm hay chuyển mạch kênh) đều phải thiết lập kết nối trước khi thực hiện đàm thoại.

Trong chuyển mạch kênh, kênh báo hiệu và kênh thoại là 2 kênh khác nhau nhưng cùng truyền đến 1 điểm xử lý trên cùng kết nối vật lý (kênh báo hiệu được thiết lập trước, sau đó kênh thoại mới được thiết lập).

Trong khi đó đối với chuyển mạch mềm thì 2 kênh này không chỉ là 2 kênh riêng biệt mà chúng còn được truyền trên 2 kết nối khác

nhau: thông tin báo hiệu được truyền qua SG và thông tin thoại được truyền qua MG.

8.3. Các ứng dụng chính

Trong mục này chúng ta sẽ xem xét các ứng dụng chính của Softswitch:

- Ứng dụng làm SS7 PRI Gateway.
- Ứng dụng trong tổng đài chuyển tiếp chuyển mạch gói (packet tandem).
- Ứng dụng tổng đài nội hạt.

8.3.1. Ứng dụng làm SS7 PRI Gateway (giảm tải Internet)

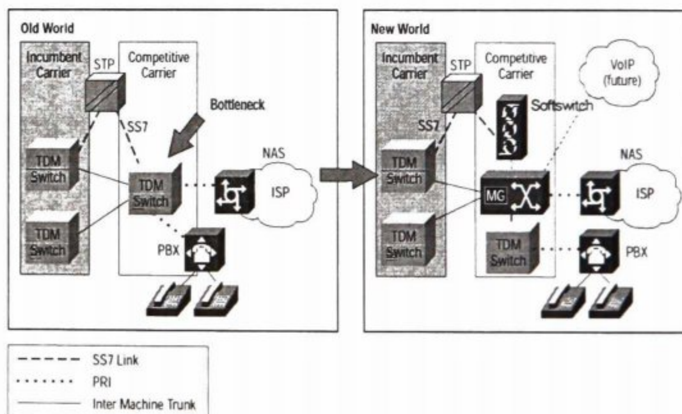
Ứng dụng này nhằm vào các nhà khai thác dịch vụ thoại cạnh tranh, những doanh nghiệp đang tìm kiếm một giải pháp giá thành thấp thay cho chuyển mạch kênh truyền thống để cung cấp giao diện PRI cho các nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP) phục vụ các đường truy nhập dial-up.

Sự bùng nổ truy cập Internet (qua đường dial-up) và khuynh hướng của các ISP muốn kết nối các Modem Server của họ với các luồng PRI làm cho các nhà cung cấp dịch vụ nhanh chóng cạn hết cổng PRI hiện có. Hơn thế nữa, các kênh PRI do các ISP thuê thường mang lại cho các nhà khai thác tổng đài lợi nhuân ít hơn so với các kênh PRI khác.

Bên cạnh việc làm cạn kiệt các kênh PRI, lưu lượng truy cập Internet qua đường dial-up làm quá tải và tắc nghẽn cho mạng chuyển mạch kênh. Bởi vì chuyển mạch kênh vốn được thiết kế để phục vụ các cuộc gọi có độ dài trung bình khoảng 3 phút, nên khoảng thời gian trung bình tăng thêm do truy cập Internet, vào cỡ 35 phút, có xu hướng làm suy kiệt tài nguyền tổng đài, tăng số lượng cuộc gọi không thành công. Và để duy trì chất lượng thoại cho các khách hàng sử dụng dịch vụ điện thoại thực sự, các nhà khai thác phải chọn một

trong hai phương án: mua thêm tổng đài, hoặc cung cấp cho các ISP các kênh PRI có lưu lượng tải thấp; cả hai phương án này đều tương đương nhau về mặt đầu tư.

Phần bên trái trong hình 8.11 minh hoạ mô hình mạng hiện nay của các nhà khai thác tổng đài nội hạt, nó cho thấy các kênh PRI phục vụ thông tin thông thường và phục vụ các ISP là như nhau. Và bởi vì phần lớn thuê bao Internet nằm ở phía thiết bị của nhà khai thác cấp cao hơn nên phần lớn lưu lượng số liệu từ modem sẽ đi qua các kênh kết nối giữa thiết bị của nhà khai thác cấp cao và nhà khai thác cạnh tranh, hơn nữa không có sự phân biệt giữa lưu lượng thoại và lưu lượng số liệu Internet, điều đó dẫn đến tình trạng chuyển mạch của nhà khai thác cạnh tranh trở thành một "nút cổ chai" trên mạng. Modem vẫn sẽ là phương tiện thông dụng nhất để kết nối Internet trong một thời gian nữa, thực tế đó đòi hỏi các nhà khai thác tìm ra một giải pháp kinh tế cung cấp kênh PRI cho các ISP và chuyển các kênh PRI họ đang dùng cho các khách hàng điện thoại truyền thống.



Hình 8.11. *Ứng dụng làm SS7 PRI Gateway của Softswitch.*

Ứng dụng Softswitch làm SS7 PRI gatewat là một trong những giải pháp trong tình huống này. Như phần bên phải của hình trên cho thấy, Softswitch và media gateway được đặt ở trung kế liên tổng đài giữa nhà khai thác cấp cấp và nhà khai thác cạnh tranh. Chuyển mạch kênh kết nối với MG bằng giao diện TDM chuẩn còn liên lạc với Softswitch thông qua báo hiệu số 7. Các modem server của ISP vì thế sẽ được chuyển sang kết nối với Media Gateway, giải phóng các luồng PRI cho chuyển mạch kênh TDM truyền thống. Khi cuộc gọi Internet (dial-up) hướng tới ISP từ phía tổng đài cấp cao, nó sẽ đi qua trung kế tới MG rồi được định hướng tới ISP từ phía tổng đài cấp cao, rồi được định hướng trực tiếp tới modem server mà không qua chuyển mạch kênh như trước. Các cuộc gọi thoại vẫn diễn ra như bình thường.

Bên cạnh việc cung cấp các kênh PRI giá thành thấp, chịu được các cuộc gọi thời gian trung bình lâu hơn so với trước đây, ứng dụng SS7 PRI Gateway còn có khả năng cung cấp các dịch vụ mới VoIP.

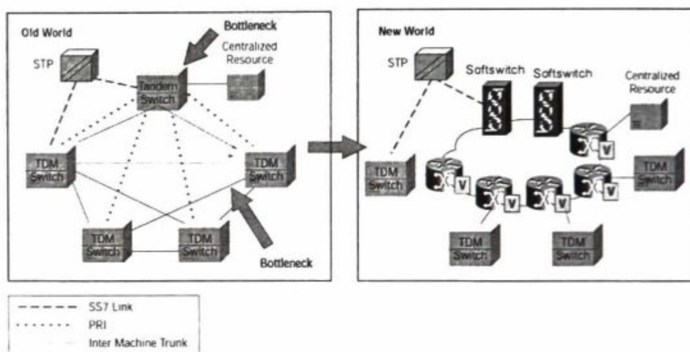
8.3.2. Ứng dụng tổng đài Packet tandem

a) Giảm tải các tổng đài chuyển tiếp

Ứng dụng Packet Tandem hướng vào các nhà cung cấp dịch vụ thoại truyền thống với mong muốn giảm vốn đầu tư và chi phí điều hành các tổng đài quá giang chuyển mạch kênh hiện nay, ngoài ra còn cung cấp các dịch vụ mới về số liệu. Giải pháp chuyển mạch TDM hiện nay đang bộc lộ dần nhược điểm trước nhu cầu ngày càng tăng nhưng rất thất thường của lưu lượng thông tin thoại nội hạt (phát sinh do truy nhập Internet), vô tuyến và đường dài.

Phần bên trái của hình 8.12 cho thấy một mạng tổng đài TDM cấp thấp nhất (lớp 5, tổng đài nội hạt, MSC của mạng di động...) được nối với nhau và nối tới tổng đài chuyển tiếp cấp cao hơn (lớp 3, 4) bằng một mạng lưới trung kế điểm - điểm khá phức tạp. Khi một cuộc gọi diễn ra giữa hai tổng đài cấp thấp, thông tin sẽ đi trên trung kế nối trực tiếp giữa hai tổng đài, nếu đường nối trực tiếp đã sử dụng hết, cuộc gọi có thể được định tuyến thông qua tổng đài chuyển tiếp. Một

số cuộc gọi (ví dụ như truy nhập hộp thoại hay quay số bằng giọng nói...) lại được định tuyến trực tiếp tới tổng đài chuyển tiếp để sử dụng các tài nguyên tập trung phục vụ cho các dịch vụ cao cấp. Kiến trúc này đã được sử dụng nhiều năm nay, và cũng đã được cải tiến rất nhiều nhằm phục vụ các ứng dụng thoại, tuy nhiên vẫn có một số giới hạn như sau:



Hình 8.12. *Ứng dụng Packet Tandem.*

Chi phí điều hành và bảo dưỡng cao, mất thời gian; việc định lại cấu hình và nâng cấp mạng lưới phải thiết lập mạng lớn hơn nhu cầu thực tế cho các tổng đài chuyển tiếp. Ví dụ, khi một tổng đài nội hạt được thêm vào mạng lưới, phải xây dựng các nhóm trung kế từ tổng đài đó tới tổng đài chuyển tiếp và tới một số tổng đài nội hạt khác.

Các trung kế điểm - điểm hoạt động với hiệu suất không cao vì chúng được thiết kế để hoạt động được trong các vùng của mạng (ví dụ ở khu doanh nghiệp là ban ngày còn khu dân cư lại là buổi đêm).

Nếu có nhiều tổng đài chuyển tiếp trong mạng, mỗi tổng đài đó lại nối với một nhóm các tổng đài nội hạt, cuộc gọi có thể chuyển qua nhiều tổng đài chuyển tiếp để đến được nơi lưu giữ tài nguyên mạng (như trong trường hợp dịch vụ hộp thư thoại).

Tất nhiên là sẽ có giải pháp cho vấn đề này. Softswitch là một trong những giải pháp như vậy. Trong hình 8.12 phía bên phải cho thấy Softswitch cùng với các MG thay thế chức năng của các tổng đài chuyển tiếp chuyển mạch kênh trước đây, các tổng đài nội hạt kết nối tới các Media Gateway bằng giao diện chuẩn TDM thông thường và với Softswitch bằng báo hiệu số 7.

Mô hình này mang lại một số lợi ích so với mô hình mạng chuyển mạch kênh:

Loại bỏ lưới trung kế hoạt động hiệu suất không cao, thay thế chúng bằng các "siêu xa lộ" trong mạng IP/ATM phục cụ cho các cuộc gọi cần chuyển tiếp, giảm tải cho các tổng đài chuyển tiếp truyền thống hoặc loại bỏ chúng hoàn toàn.

Giảm được chi phí vận hành vì giảm được số tổng đài chuyển tiếp, số trung kế ít hơn (so với mạng lưới trước đây), và tránh không phải thiết kế các mạch TDM phức tạp.

Giảm được một số lượng các cổng chuyển mạch dùng cho các trung kế giữa các tổng đài nội hạt với nhau.

Truy nhập các tài nguyên tập trung một cách hiệu quả hơn.

Hợp nhất thông tin thoại và số liệu vào một mạng duy nhất, qua đó giảm vốn đầu tư và chi phí so với các mạng riêng biệt hiện nay cho thoại và số liệu.

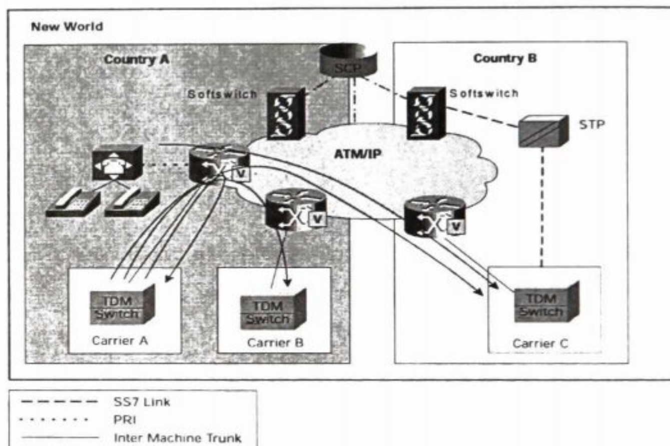
b) Dịch vụ đường dài

Dịch vụ này hướng tới các nhà cung cấp dịch vụ điện thoại đường dài đang mong muốn có một giải pháp giá thành thấp hơn so với phương pháp chuyển mạch kênh truyền thống để cung cấp các dịch vụ gọi đường dài trong nước và quốc tế.

Hình 8.13 cho thấy giải pháp sử dụng Softswitch cùng với MG có thể cung cấp dịch vụ thoại đường dài một cách hiệu quả. Các nhà khai thác nối tổng đài của họ với MG thông qua giao diện TDM

chuẩn, còn nối với Softswitch qua giao diện báo hiệu số 7. Các tổng đài PBX cũng được nối tới MG thông qua giao diện ISDN PRI.

Tuỳ thuộc yêu cầu của nhà khai thác, Softswitch có thể cung cấp nhiều loại dịch vụ thoại đường dài khác nhau, ví dụ như: bán lại dịch vụ (resale), dịch vụ gọi quốc tế từ tổng đài PBX, dịch vụ thoại giữa các thuê bao trong các tổng đài PBX với nhau (Flat rate On - net Call), hay dịch vụ đường dài cung cấp cho các nhà khai thác cấp thấp hơn (Wholesale Service).



Hình 8.13. *Sử dụng Softswitch để cung cấp thoại đường dài.*

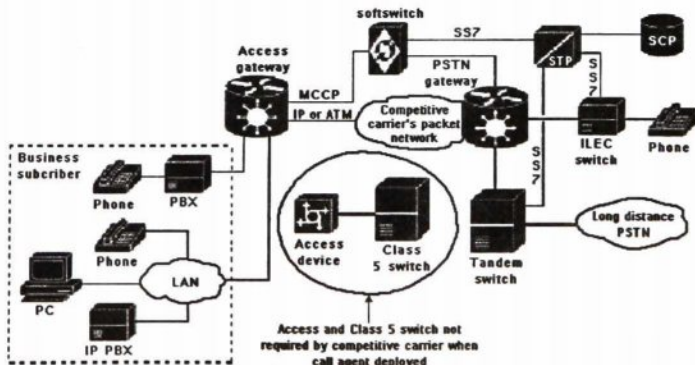
8.3.3. Ứng dụng tổng đài nội hạt

Ứng dụng tổng đài nội hạt có thể triển khai mạng thế hệ mới bằng cách sử dụng Softswitch và các Media Gateway. Ngoài những chức năng như SS7 PRI Gateway hay Packet Tandem mà chúng ta đã đề cập đến ở phần trên Softswitch có thể đảm nhiệm chức năng của tổng đài nội hạt, cung cấp các dịch vụ thoại, gói và Internet.

a) Cung cấp dịch vụ cho doanh nghiệp

Một doanh nghiệp vừa hoặc nhỏ thông thường sử dụng 8 đến 16 đường dây thoại và một kết nối Internet. Trong mạng thế hệ mới băng thông sẽ được chia sẻ mềm dẻo giữa các dịch vụ thoại và dịch vụ dữ liệu.

Trên hình 8.14 ta thấy thuê bao doanh nghiệp có thể sử dụng dịch vụ PBX truyền thống (chỉ cho thoại) hoặc có thể sử dụng một kết nối dữ liệu duy nhất từ Access Gateway tới mạng LAN và sử dụng kết nối này cho cả các dịch vụ thoại và dữ liệu. Chú ý rằng có thể sử dụng lại hệ thống cáp đã có sẵn và qua đường dữ liệu này thuê bao có thể kết nối với các mạng LAN khác, với mạng WAN, mạng ATM hoặc mạng của các nhà cung cấp dịch vụ Internet. Do phần lớn các sản phẩm Softswitch tách riêng biệt 2 module phần mềm giám sát cuộc gọi và xử lý tính năng nên có thể cung cấp nhiều dịch vụ Centrex như làm việc tại nhà và nhân viên di động. Như vậy việc tổ chức một văn phòng ảo là hoàn toàn có thể thực hiện được.



Hình 8.14. *Mạng thế hệ mới và thuê bao doanh nghiệp.*

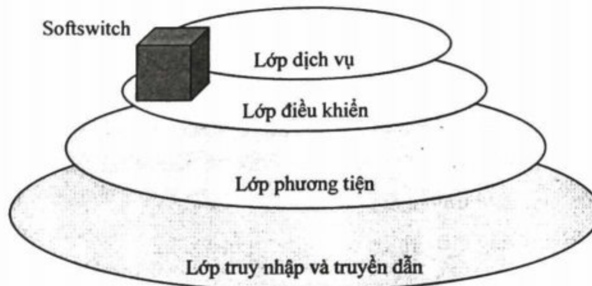
b) Cung cấp dịch vụ tư nhân

Dĩ nhiên các thuê bao tư nhân có thể chỉ sử dụng dịch vụ thoại như trước đây. Ngoài ra nếu sử dụng modem cáp hoặc XDSL thì thuê bao có thể sử dụng các dịch vụ dữ liệu:

Hình 8.14. *Mạng thế hệ mới và thuê bao tư nhân.*

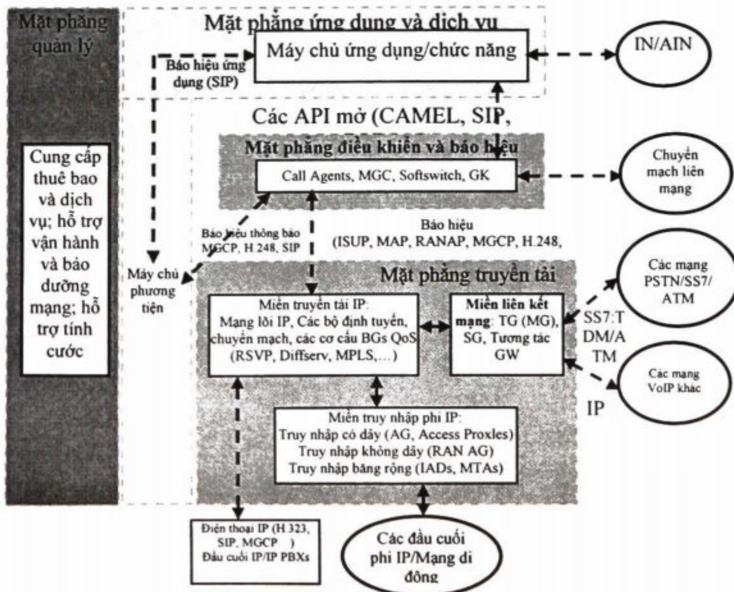
8.3.4.Vị trí của Softswitch trong mô hình phân lớp chức năng của NGN

Do có chức năng là xử lý cuộc gọi (Call Control) nên vị trí tương ứng của Softswitch trong mô hình phân lớp chức năng của NGN là lớp Điều khiển cuộc gọi và báo hiệu (Call Control and Signaling Layer). Và các thực thể chức năng của Softswitch là: MGC-F, CA-F, IW-F, R-F và A-F.



Hình 8.15. *Vị trí của Softswitch trong mô hình phân lớp chức năng của NGN.*

8.4. Kiến trúc chuyển mạch mềm



Hình 8.16. *Kiến trúc của chuyển mạch mềm.*

Kiến trúc chuyển mạch mềm có thể được chia thành các mặt phẳng phần mềm như sau (hình 8.16). Các mặt phẳng này thể hiện sự phân chia giữa các thực thể chức năng trong mạng VoIP. Có 4 mặt phẳng chức năng riêng biệt được thực hiện bởi chuyển mạch mềm để mô tả chức năng của mạng VoIP đầu cuối tới đầu cuối :

- Mặt phẳng truyền tải.
- Mặt phẳng điều khiển cuộc gọi và báo hiệu.
- Mặt phẳng dịch vụ và ứng dụng.
- Mặt phẳng quản lý.

8.4.1. Mặt phẳng truyền tải

Thực hiện xử lý và truyền tải các bản tin báo hiệu cuộc gọi, cuộc gọi và thiết lập phương tiện qua mạng VoIP. Cơ chế truyền tải được sử dụng dựa trên bất kỳ công nghệ nào phù hợp với các tiêu chuẩn như SS7, ANSI hoặc ITU. Nhìn từ mạng ngoài, mặt phẳng này giống như lớp truy nhập có thể vào để sử dụng các dịch vụ điều khiển cuộc gọi. Các thiết bị và các chức năng của mặt phẳng này được điều khiển bởi các chức năng trong mặt phẳng điều khiển cuộc gọi và báo hiệu.

Mặt phẳng truyền tải có thể được chia làm 3 miền :

- Miền truyền tải IP.
- Miền tương tác (Interworking).
- Miền truy nhập không IP.

a. Miền truyền tải IP

Miền này bao gồm:

Mạng đường trục truyền tải và định tuyến/trường chuyển mạch.

Các thiết bị như: các bộ định tuyến và các chuyển mạch.

Các thiết bị cung cấp các cơ chế chất lượng dịch vụ (QoS) và các chính sách truyền tải thuộc về miền này.

b. Miền tương tác

Gồm có các thiết bị thực hiện biến đổi báo hiệu hoặc phương tiện nhận được từ các mạng ngoài và có thể gửi đến cho các thực thể trong mạng VoIP.Chẳng hạn như, cổng báo hiệu SG (biến đổi báo hiệu truyền tải giữa các lớp truyền tải khác nhau), cổng phương tiện MG (biến đổi phương tiện giữa các mạng truyền tải và phương tiện khác nhau), và các cổng tương tác IWG (Interworking Gateway) (tương tác báo hiệu trên cùng một lớp truyền tải nhưng giao thức khác nhau).

c. Miền truy nhập không IP

Ứng dụng cơ bản đối với các thiết bị đầu cuối không IP và các mạng vô tuyến truy nhập tới mạng VoIP. Gồm có: các cổng truy nhập AG hoặc các cổng thường trú RG cho các thiết bị hoặc máy điện thoại không IP, các thiết bị ISDN, các thiết bị truy nhập tích hợp (IAD) cho các mạng DSL, modem cáp/bộ tương thích thiết bị đa phương tiện (MTA) cho các mạng HFC, và các cổng phương tiện cho mạng truy nhập vô tuyến di động GSM/3G.

8.4.2. Mặt phẳng điều khiển cuộc gọi và báo hiệu

Thực hiện điều khiển các thành phần cơ bản của mạng VoIP, đặc biệt là các thành phần trong mặt phẳng truyền tải. Mặt phẳng này là trái tim của hệ thống, thực hiện xử lý cuộc gọi và báo hiệu, cụ thể như: xử lý các yêu cầu của thuê bao để thiết lập và giải phóng kênh thoại, thực hiện điều khiển cuộc gọi dựa trên cơ sở các bản tin báo hiệu nhận được, điều khiển các thành phần trong mặt phẳng truyền tải, đảm bảo việc biên dịch số và định tuyến theo các con số danh bạ,…

Mặt phẳng này gồm có các thiết bị như: Bộ điều khiển cổng phương tiện MGC (hay Call Agent hoặc Bộ điều khiển cuộc gọi), Gatekeeper và các máy chủ LDAP.

8.4.3. Mặt phẳng dịch vụ và ứng dụng

Cung cấp việc điều khiển chức năng và thực thi của máy chủ đặc tính và các ứng dụng khác như các mạng thông minh, tức là cung cấp các dịch vụ khác nhau tới thuê bao. Các thiết bị trong mặt phẳng này điều khiển luồng cuộc gọi dựa trên chức năng thực thi dịch vụ và đạt được điều này nhờ việc trao đổi thông tin với các thiết bị khác trong mặt phẳng điều khiển cuộc gọi và báo hiệu. Ngoài ra, mặt phẳng cũng thực hiện việc điều khiển các thành phần mạng đặc biệt như các máy chủ phương tiện, thực hiện các chức năng: hội nghị, IVR, xử lý âm báo.

Mặt phẳng này bao gồm các thiết bị như: các máy chủ ứng dụng và các máy chủ đặc tính.

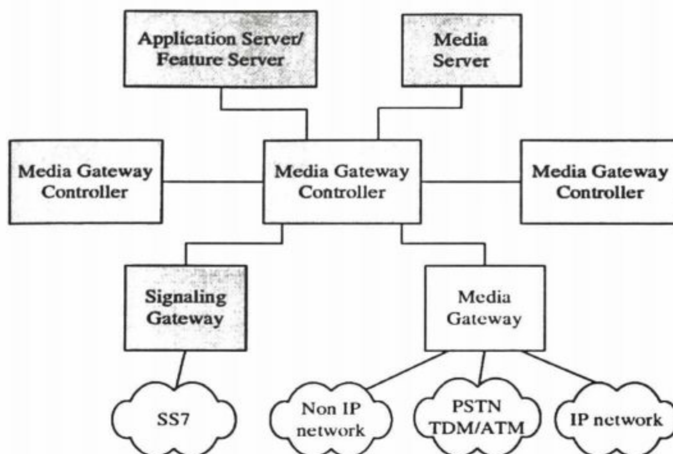
8.4.4. Mặt phẳng quản lý

Cung cấp các chức năng hỗ trợ vận hành, tính hoá đơn cước và các công việc quản lý mạng khác. Mặt phẳng này có thể tương tác với bất kỳ mặt phẳng nào trong ba mặt phẳng trên thông qua các tiêu chuẩn hoặc các giao thức thích hợp và các API. Điều đó có nghĩa là mặt phẳng trên tạo ra một vùng vận hành và bảo dưỡng.

8.5. Các thành phần của chuyển mạch mềm

Thành phần chính của chuyển mạch mềm là bộ điều khiển thiết bị Media Gateway Controller (MGC). Bên cạnh đó còn có các thành phần hỗ trợ hoạt động như: Signalling Gateway (SG), Media Gateway (MG), Media Server (MS), Application Server (AS)/Feature Server (FS). Trong đó Media gateway là thành phần nằm trên lớp Media Layer, Signalling Gateway là thành phần ở trên cùng lớp với MGC; Media Server và Application Server/Feature Server nằm trên lớp Application và Service Layer.

Cách kết nối các thành phần trên được thể hiện ở hình sau:



Hình 8.17. *Các thành phần của chuyển mạch mềm.*

Một Media Gateway Controller có thể quản lý nhiều Media Gateway. Hình trên chỉ minh hoạ 1 MGC quản lý 1 MG. Và một Media Gateway có thể nối đến nhiều loại mạng khác nhau.

8.5.1. Bộ điều khiển cổng phương tiện (MGC)

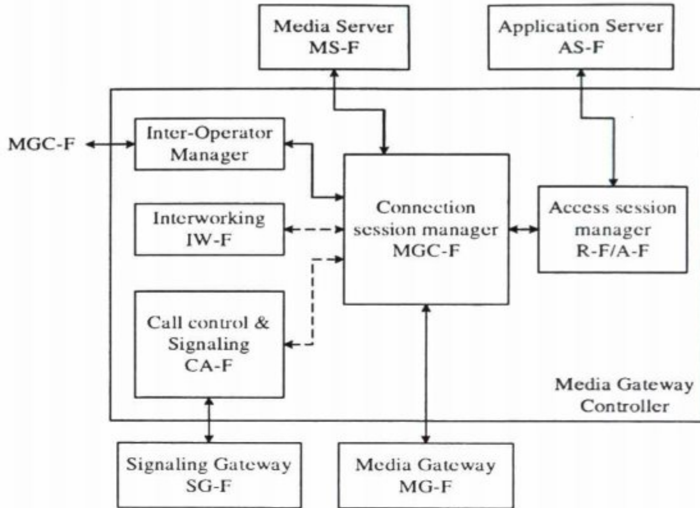
MGC là đơn vị chức năng cơ bản của chuyển mạch mềm, và cũng thường được gọi là Call Agent hay bộ điều khiển cổng (Gateway Controller), hay chuyển mạch mềm. Hình trình bày kết nối của MGC với các thành phần khác của mạng NGN.

MGC điều khiển xử lý cuộc gọi, còn MG và SG sẽ thực hiện truyền thông. MGC điều khiển SG thiết lập và kết thúc cuộc gọi. Ngoài ra còn giao tiếp với hệ thống OSS và BSS.

MGC chính là chiếc cầu nối giữa các mạng có đặc tính khác nhau như PSTN, SS7, mạng IP. Nó chịu trách nhiệm quản lý lưu lượng thoại và dữ liệu qua các mạng khác nhau.

Một MGC kết hợp với MG, SG tạo thành cấu hình tối thiểu cho Chuyển mạch mềm.

Các chức năng của MGC



Hình 8.18. *Các chức năng của MGC.*

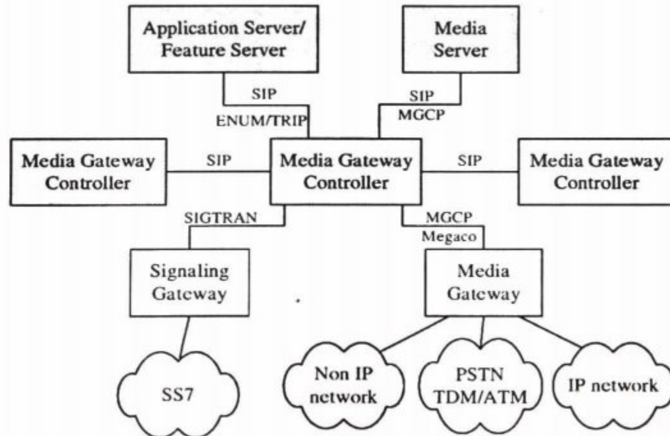
- Điều khiển cuộc gọi, duy trì trạng thái của mỗi cuộc gọi trên một MG.
- Điều khiển và hỗ trợ hoạt động của MG, SG.
- Trao đổi các bản tin cơ bản giữa 2 MG-F.
- Xử lý bản tin báo hiệu SS7 (khi sử dụng SIGTRAN).
- Xử lý các bản tin liên quan QoS như RTCP.
- Phát hoặc nhận bản tin báo hiệu.
- Thực hiện định tuyến cuộc gọi (bao gồm bảng định tuyến và biên dịch).
- Tương tác với AS-F để cung cấp dịch vụ hay đặc tính cho người sử dụng.

- Ghi lại các thông tin chi tiết của cuộc gọi để tính cước (CDR-Call Detail Record).
- Quản lý các tài nguyên mạng (port, băng tần...).

Các giao thức Media Gateway Controller có thể sử dụng

- Để thiết lập cuộc gọi: H.323, SIP.
- Điều khiển Media Gateway: MGCP, Megaco/H.248.
- Điều khiển Signalling Gateway: SIGTRAN (SS7).
- Để truyền thông tin: RTP, RTCP.

Các thành phần của mạng NGN liên lạc với nhau qua các giao thức được thể hiện trong hình sau:



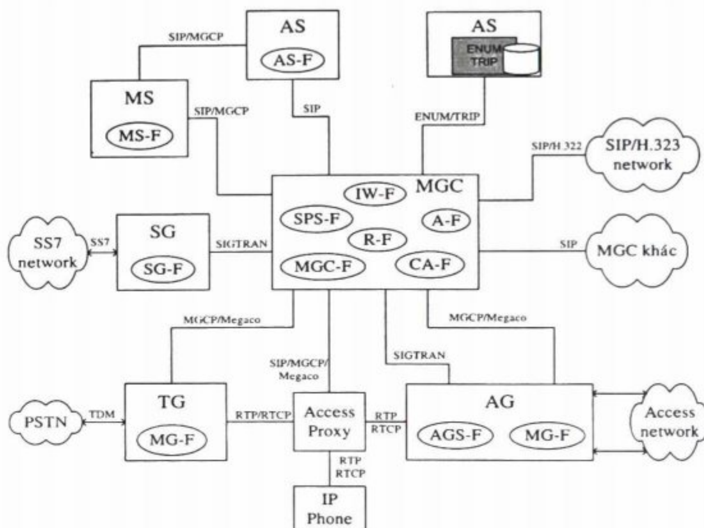
Hình 8.19. *Các giao thức sử dụng giữa các thành phần.*

Đặc tính hệ thống

- Là một CPU đặc hiệu, yêu cầu hê thống đa xử lý.
- Cần bộ nhớ lớn để lưu trữ cơ sở dữ liệu. Điều này cũng rất cần thiết cho các quá trình đa xử lý.

- Chủ yếu làm việc với lưu lượng IP, do đó yêu cầu các kết nối tốc độ cao.
- Hỗ trợ nhiều loại giao thức.
- Độ sẵn sàng cao.

Ví dụ sử dụng MGC (hình 8.20)



Hình 8.20. *Ví dụ sử dụng MGC.*

Trong ví dụ này, giao thức SIP được sử dụng để khởi tạo kết nối nên MGC có thêm chức năng SPS-F (SIP Proxy Server-Function). SPS-F hỗ trợ R-F trong quá trình định tuyến.

Nhận thấy ở mạng trên không chỉ hỗ trợ các mạng cung cấp dịch vụ truyền thống mà còn có các mạng cung cấp các dịch vụ mới (H.323, SIP, IP Phone…).

8.5.2. Cổng báo hiệu (SG)

SG thực hiện chức năng cầu nối giữa mạng báo hiệu SS7 và các nút được quản lý bởi chuyển mạch mềm trong mạng IP. SG làm cho chuyển mạch mềm giống như một nút SS7 trong mạng báo hiệu SS7. Nhiệm vụ của SG là xử lý thông tin báo hiệu.

Các chức năng của SG

- Cung cấp một kết nối vật lý đến mạng báo hiệu.
- Truyền thông tin báo hiệu giữa MGC và SG thông qua mạng IP.
- Cung cấp đường thoại, dữ liệu và các dạng thông tin khác.

Đặc tính hệ thống

- Là thiết bị vào/ra.
- Dung lượng bộ nhớ phải luôn đảm bảo để lưu trữ các thông tin trạng thái, thông tin cấu hình, lộ trình...
- Dung lượng đĩa chủ yếu sử dụng cho quá trình đăng nhập, do đó không yêu cầu dung lượng lớn.
- Dự phòng đầy đủ giao diện Ethernet (với mạng IP).
- Giao diện với mạng SS7 bằng cách sử dụng một luồng E1/T1 với 2 đến 16 kênh D.
- Sử dụng bus H.110 hoặc H.100 để tăng hiệu suất và tính linh hoạt
- Yêu cầu độ sẵn sàng cao: nhiều SG, nhiều liên kết báo hiệu…

8.5.3. Cổng phương tiện (MG)

MG cung cấp phương tiện để truyền tải thông tin thoại, dữ liệu, fax và video giữa mạng gói IP và mạng PSTN. Trong mạng PSTN, dữ liệu thoại được mang trên kênh DS0. Để truyền dữ liệu này vào mạng gói, mẫu thoại cần được nén lại và đóng gói. Đặc biệt ở đây người ta sử dụng một bộ xử lý tín hiệu số DSP (Digital Signal Processors) thực hiện các chức năng: chuyển đổi AD (analog to digital), nén mã

thoại/audio, triệt tiếng dội, bỏ khoảng lặng, mã hóa, tái tạo tín hiệu thoại, truyền các tín hiệu DTMF...

Các chức năng của một MG

- Truyền dữ liệu thoại sử dụng giao thức thời gian thực (RTP - Real Time Protocol).
- Cung cấp khe thời gian T1 hay tài nguyên xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processing) dưới sự điều khiển của MGC. Đồng thời quản lý tài nguyên DSP cho dịch vụ này.
- Hỗ trợ các giao thức đã có như loop-start, ground-start, E&M, CAS, QSIG và ISDN qua T1.
- Quản lý tài nguyên và kết nối T1.
- Cung cấp khả năng thay nóng các card T1 hay DSP.
- Có phần mềm MG dự phòng.
- Cho phép khả năng mở rộng MG về: cổng (ports), cards, các nút, mà không làm thay đổi các thành phần khác.

Đặc tính hệ thống

Một MG có các đặc tính sau:

- Là một thiết bị vào/ra đặc hiệu (I/O).
- Dung lượng bộ nhớ phải luôn đảm bảo lưu trữ các thông tin trạng thái, thông tin cấu hình, các bản tin MGCP, thư viện DSP...
- Dung lượng đĩa chủ yếu sử dụng cho quá trình đăng nhập (logging).
- Dự phòng đầy đủ giao diện Ethernet (với mạng IP), mở rộng một vài giao diện T1/E1 với mạng TDM.
- Mật độ khoảng 120 cổng.
- Sử dụng bus H.110 để đảm bảo tính linh động cho hệ thống nội bộ.

8.5.4. Máy chủ phương tiện (MS)

MS là thành phần tuỳ chọn của chuyển mạch mềm, được sử dụng để xử lý các thông tin đặc biệt. Một MS phải hỗ trợ phần cứng DSP với hiệu suất cao nhất.

Các chức năng của một MS

- Chức năng thư thoại.
- Hộp thư fax tích hợp, hay các thông báo có thể sử dụng thư điện tử, hay các bản tin ghi âm trước (pre-recorded message).
- Khả năng nhận dạng tiếng nói (nếu có).
- Khả năng hội nghị truyền hình (video conference).
- Khả năng chuyển thoại sang văn bản (speech-to-text).

Đặc tính hệ thống

- Là một CPU, có khả năng quản lý lưu lượng bản tin MGCP.
- Lưu trữ các phương pháp thực hiện liên kết với DSP nội bộ hay lân cận.
- Cần dung lượng bộ nhớ lớn để lưu trữ các cơ sở dữ liệu, bộ nhớ đệm, thư viện…
- Dung lượng đĩa tương đối nhỏ.
- Quản lý hầu hết lưu lượng IP nếu tất cả tài nguyên IP được sử dụng để xử lý thoại.
- Sử dụng bus H.110 để tương thích với DSP và MG.
- Độ sẵn sàng cao.

8.5.5. Máy chủ ứng dụng/ máy chủ đặc tính (AS/FS)

Máy chủ đặc tính là một máy chủ ở mức ứng dụng, chứa một loạt các dịch vụ của doanh nghiệp. Chính vì vậy nó còn được gọi là máy chủ ứng dụng thương mại. Do hầu hết các máy chủ tự quản lý các dịch vụ và truyền thông qua mạng IP nên chúng không ràng buộc nhiều với

chuyển mạch mềm về việc phân chia hay nhóm các thành phần ứng dụng.

Các dịch vụ bổ sung có thể trực thuộc Call Agent, hoặc cũng có thể thực hiện một cách độc lập. Những ứng dụng này giao tiếp với Call Agent thông qua các giao thức như: SIP, H.323,... Chúng thường độc lập với phần cứng nhưng lại yêu cầu truy nhập cơ sở dữ liệu đặc trưng.

Chức năng của máy chủ đặc tính

Xác định tính hợp lệ và hỗ trợ các thông số dịch vụ thông thường cho hệ thống đa chuyển mạch. Một vài ví dụ về các dịch vụ đặc tính :

Hệ thống tính cước - Call Agents sử dụng các bản ghi chi tiết cuộc gọi (CDR). Chương trình CDR có rất nhiều đặc tính, chẳng hạn khả năng ứng dụng tốc độ dựa trên loại đường truyền, thời điểm trong ngày... Dịch vụ này cho phép khách hàng truy nhập vào bản tin tính cước của họ thông qua cuộc gọi thoại hay yêu cầu trang Web.

H.323 Gatekeeper - dịch vụ này hỗ trợ định tuyến thông qua các miền khác nhau (các mạng khác nhau). Mỗi miền có thể đăng ký số điện thoại và số truy nhập trung kế với Gatekeeper thông qua giao thức H.323. Gatekeeper sẽ cung cấp dịch vụ định tuyến cuộc gọi (và chuyển dịch sang dạng số) cho mỗi đầu cuối H.323. Gatekeeper còn có thể điều khiển tính cước và quản lý băng thông cho chuyển mạch mềm.

VPN - Dịch vụ này sẽ thiết lập mạng riêng ảo cho khách hàng với các đặc tính sau :

- Băng thông xác định (thông qua mạng thuê riêng tốc độ cao)
- Đảm bảo QoS.
- Nhiều tính năng riêng theo tiêu chuẩn.
- Kế hoạch quay số riêng.
- Bảo mật các mã thoại được truyền dẫn.

Đặc tính hệ thống

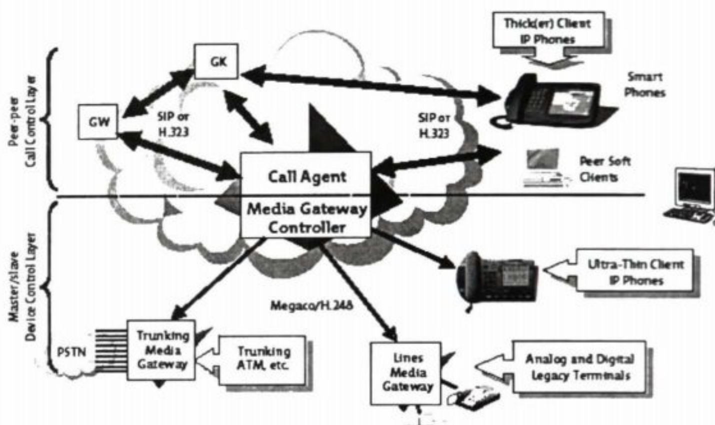
- Yêu cầu CPU tiện ích cao (phụ thuộc vào các ứng dụng).
- Bộ nhớ lớn với độ trễ thấp.
- CPU có khả năng mở rộng để đáp ứng cho việc nâng cấp dịch vụ và lưu lượng.
- Đặt một vài cơ sở dữ liệu trong máy chủ.
- Dung lượng đĩa lớn, tùy thuộc vào đặc tính của ứng dụng. Chẳng hạn như dung lượng 100GB- 2TB cho ngân hàng thư thoại.
- Giao diện Ethernet (với mạng IP) được thực hiện với đầy đủ khả năng dự phòng.

8.6. Các giao thức trong chuyển mạch mềm

Trong mạng điện thoại công cộng hiện nay có hai hệ thống báo hiệu đang được sử dụng, đó là báo hiệu kênh liên kết và báo hiệu kênh chung SS7. Mạng thế hệ mới ngoài các dịch vụ truyền thống như thoại/fax còn cung cấp các dịch vụ dữ liệu, do đó đòi hỏi phải có các giao thức báo hiệu mới. Hệ thống chuyển mạch mềm có kiến trúc phân tán, các chức năng báo hiệu và xử lý báo hiệu, chuyển mạch, điều khiển cuộc gọi được thực hiện bởi các thiết bị nằm phân tán trong cấu hình mạng. Để có thể tạo ra các kết nối giữa các đầu cuối nhằm cung cấp dịch vụ, các thiết bị này phải trao đổi các thông tin báo hiệu với nhau. Cách thức trao đổi thông tin báo hiệu được quy định bởi các giao thức báo hiệu.

Các giao thức báo hiệu chính sử dụng trong các hệ thống chuyển mạch mềm là:

- H.323.
- SIP (Session Intiation Protocol).
- SIGTRAN.
- MGCP (Media Gateway Control Protocol).
- MEGACO (Media Gateway Controller).



Hình 8.21. *Phân loại giao thức báo hiệu trong chuyển mạch mềm.*

Các giao thức này có thể phân thành hai loại:

- Giao thức ngang cấp: H323, SIP.
- Giao thức chủ tớ: MGCP, MEGACO.

Vai trò của từng giao thức trên được minh hoạ trên hình 8.22

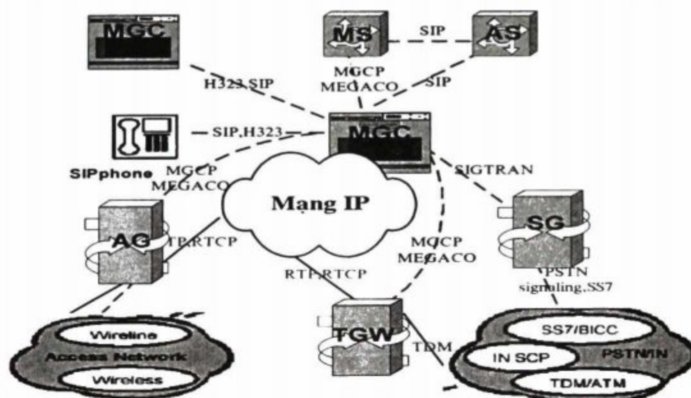
Giao thức ngang cấp H.323, SIP được sử dụng để trao đổi thông tin báo hiệu giữa các MGC, giữa MGC và các Server.

Giao thức chủ tớ MGPC, MEGACO là giao thức báo hiệu điều khiển giữa MGC và các Gateway (trong đó MGC điều khiển Gateway).

Giao thức SIGTRAN là giao thức báo hiệu giữa MGC và Signalling Gateway.

Các giao thức ngang cấp thực hiện chức năng mạng ở cấp cao hơn, quy định cách thức giao tiếp giữa các thực thể cùng cấp để cùng phối hợp thực hiện cuộc gọi hay các ứng dụng khác. Trong khi đó các giao thức chủ tớ là sản phẩm của việc phân bố không đồng đều trí tuệ

mạng, phần lớn trí tuệ mạng được tập trung trong các thực thể chức năng điều khiển (đóng vai trò là master), thực thể này sẽ giao tiếp (điều khiển) với thực thể khác qua giao thức chủ tớ nhằm cung cấp dịch vụ.



Hình 8.22. *Các giao thức cơ bản ứng dụng trong mạng ứng dụng Softswitch.*

8.6.1. Giao thức H.323

a. Giới thiệu về H.323

H.32x là họ giao thức của ITU-T định nghĩa các dịch vụ truyền thông đa phương tiện trên cơ sở mạng chuyển mạch gói và H.323 là một phần trong họ này. Phiên bản đầu tiên được đưa ra vào năm 1996 và phiên bản gần đây nhất (version 4) được ban hành vào 7/2001. Phiên bản 1 và 2 hỗ trợ H.245 trên nền TCP, Q.931 trên nền TCP và RAS trên nền UDP. Các phiên bản 3 và 4 hỗ trợ thêm H.245 và H.931 trên nền TCP và UDP. Ban đầu H.323 dự định giành cho X.25, sau đó

là ATM, nhưng giờ đây lại là Internet và TCP/IP, trong khi đó có rất ít H.323 được vận hành trên mạng X.25 và ATM.

Theo tiêu đề của ITU-T cho H.323: "Hệ thống truyền thông đa phương tiện dựa trên công nghệ gói", H.323 thực tế đã mô tả cách thức của hệ thống kết nối là những hệ thống có nhiều khả năng hơn ngoài khả năng truyền và nhận tín hiệu audio. Người ta hy vọng rằng các hệ thống truyền thông đa phương tiện này có thể hỗ trợ cho ngành viễn thông và các ứng dụng video như teleconferencing và data - conferencing hoặc truyền file. Mặc dù H.323 có nhiều công dụng nhưng trọng tâm chính của thị trường đối với khuyến nghị này là khả năng audio để thực hiện thoại IP.

b. Cấu hình mạng H.323

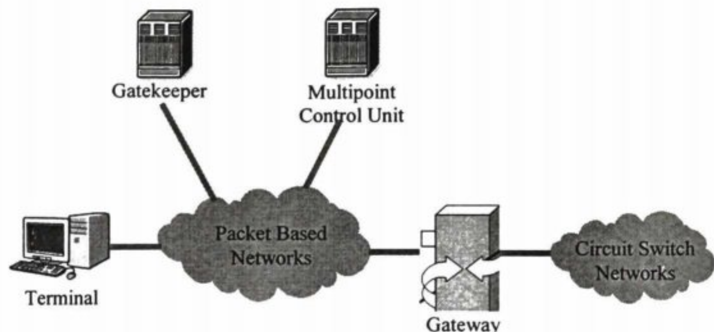
Cấu hình mạng bao gồm các thành phần sau

Đầu cuối H.323

Là thành phần dùng trong truyền thông 2 chiều đa phương tiện thời gian thực được dùng trong việc kết nối các cuộc gọi. Như vậy, nó bắt buộc phải hỗ trợ:

- H.225 cho quá trình báo hiệu và thiết lập cuộc gọi
- H.245 cho việc trao đổi khả năng của đầu cuối và để tạo các kênh thông tin.
- RAS cho việc đăng ký và điều khiển các hoạt động quản lý khác với GK
- RTP/RTCP được sử dụng cho việc truyền các gói thông tin thoại và hình
- G.711 cho các codec thoại

Việc hỗ trợ các codec video là không bắt buộc đối với các đầu cuối H.323.



Hình 8.23. *Cấu hình mạng H.323.*

Gateway

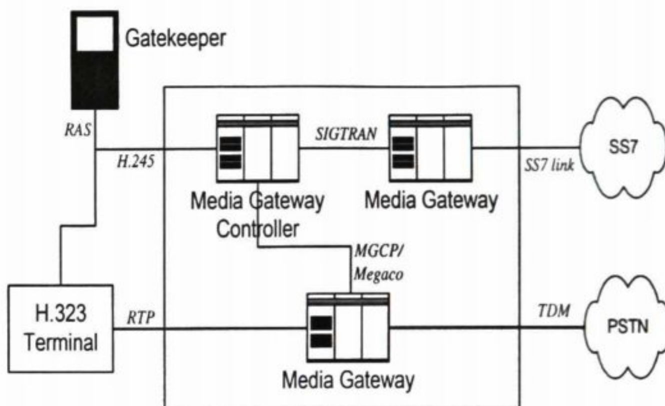
Thực hiện chức năng chuyển đổi về báo hiệu và dữ liệu, cho phép các mạng hoạt động dựa trên các giao thức khác nhau có thể phối hợp với nhau. Cấu tạo của một Gateway bao gồm một MGC (Media Gateway controller), MG (Media Gateway) và SG (Signalling Gateway) được minh họa trong hình 8.24.

Các đặc tính cơ bản của một Gateway

Một Gateway phải hỗ trợ các giao thức hoạt động trong mạng H.323 và mạng sử dụng chuyển mạch kênh (SCN-Switched Circuit Network).

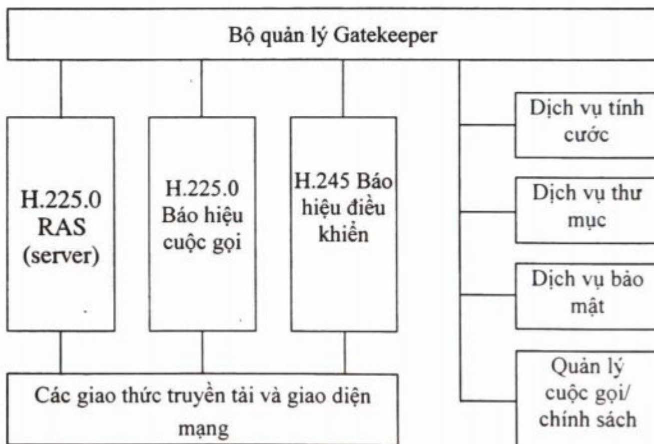
Về phía H.323, Gateway phải hỗ trợ báo hiệu điều khiển H.245 cho quá trình trao đổi khả năng hoạt động của Terminal cũng như của Gateway, báo hiệu cuộc gọi H.225, báo hiệu RAS.

Về phía SCN, Gateway phải hỗ trợ các giao thức hoạt động trong mạng chuyển mạch kênh (như SS7 sử dụng trong PSTN).



Hình 8.24. *Cấu tạo của Gateway.*

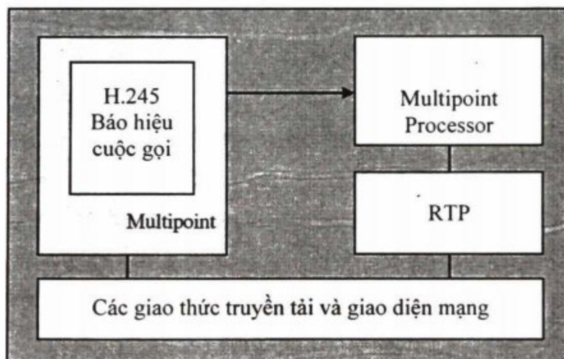
Gatekeeper



Hình 8.25. *Chức năng của một Gatekeeper.*

Một Gatekeeper được xem là bộ não của mạng H.323, nó chính là điểm trung tâm cho mọi cuộc gọi trong mạng H.323. Mặc dù là thành phần tuỳ trọn nhưng Gatekeeper cung cấp các dịch vụ quan trọng như dịch địa chỉ, sự ban quyền và nhận thực cho Terminal và Gateway, quản lý băng thông, thu thập số liệu và tính cước.

MCU là thành phần hỗ trợ dịch vụ hội nghị điểm đa điểm có sự tham gia của từ 2 Terminal H.323 trở lên. Mọi Terminal tham gia vào hội nghị đều phải thiết lập một kết nối với MCU. Trong MCU có hai module: MC (Multipoint Controller) có chức năng điều khiển và MP (Multipoint Processor) nhận và xử lý các luồng dữ liệu thoại, video hoặc dữ liệu khác.



Hình 8.26. *Cấu tạo của MCU.*

8.6.2. Giao thức khởi tạo phiên truyền - SIP

a. Giới thiệu về SIP

SIP được xây dựng bởi IETF, là một giao thức báo hiệu điều khiển thuộc lớp ứng dụng dùng để thiết lập, điều chỉnh và kết thúc phiên làm việc của một hay nhiều người tham gia.

SIP là một giao thức đơn giản, dựa trên văn bản (text based) được sử dụng để hỗ trợ trong việc cung cấp các dịch vụ thoại tăng cường qua Internet. SIP được đưa ra trên cơ sở nguyên lý giao thức trao đổi thông tin của mạng Internet (HTTP). SIP là giao thức ngang cấp, hoạt động theo nguyên tắc hỏi đáp (server/client).

b. Chức năng của SIP

Giao thức SIP được thiết kế với những tiêu chí sau:

- Tích hợp với các giao thức đã có của IETF.
- Đơn giản và có khả năng mở rộng.
- Hỗ trợ tối đa sự di động của đầu cuối.
- Dễ dàng tạo tính năng cho dịch vụ và dịch vụ mới.

SIP có các chức năng chính sau:

Xác định vị trí của người sử dụng (User location): Hay còn gọi là chức năng dịch tên (name translation) và xác định người được gọi. Để đảm bảo cuộc gọi đến được người nhận dù họ ở đâu.

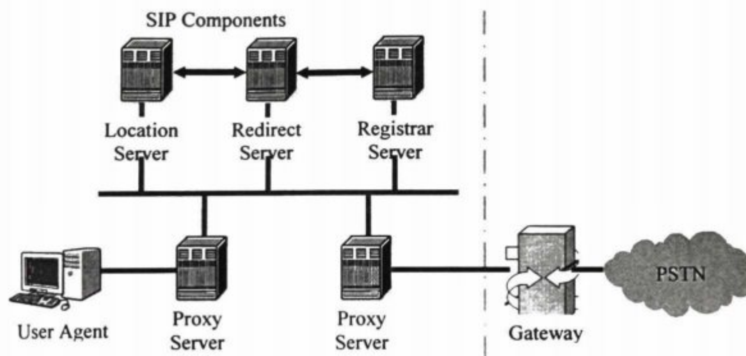
Xác định khả năng của người sử dụng: Còn gọi là chức năng thương lượng đặc tính cuộc gọi (feature negotiation). Dùng để xác định loại thông tin và các loại thông số liên quan đến thông số sẽ được sử dụng.

Xác định sự sẵn sàng của người sử dụng: Dùng để xác định người gọi có muốn tham gia kết nối hay không.

Thiết lập cuộc gọi: Chức năng này thực hiện việc rung chuông, thiết lập các thông số cuộc gọi của các bên tham gia kết nối.

Xử lý cuộc gọi: Bao gồm chuyển và kết thúc cuộc gọi, quản lý những người tham gia cuộc gọi, thay đổi đặc tính cuộc gọi.

c. Các thành phần của SIP



Hình 8.27. *Các thành phần của hệ thống SIP.*

Có 3 thành phần: SIP terminal, SIP servers và SIP Gateway

SIP terminal

Giao tiếp người dùng với hệ thống SIP, đó có thể là các SIP phone, phần mềm SIP.

SIP servers

Thực hiện các chức năng của hệ thống SIP trong mạng như: điều khiển, quản lý cuộc gọi, trạng thái người dùng...

SIP gateway

Các gateway thực hiện chức năng Interworking giữa hệ thống SIP với các mạng khác.

8.6.3. SIGTRAN

a. Giới thiệu về SIGTRAN

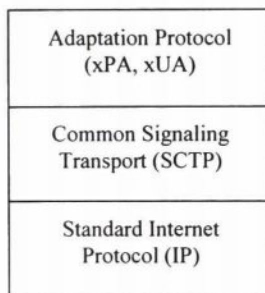
Nhiệm vụ chính của giao thức Sigtran là dùng để truyền thông tin báo hiệu của mạng PSTN quan mạng IP. Đây là giao thức truyền tải mới (transport protocol) được xây dựng để thay thế TCP

(Transmission Control Protocol) trong việc truyền tín hiệu SS7. SIGTRAN được ra đời để khắc phục những hạn chế của TCP.

- Các cơ chế đảm bảo sự tin cậy.
- Yêu cầu thời gian thực.
- Cơ chế socket của TCP.
- Vấn đề an toàn.

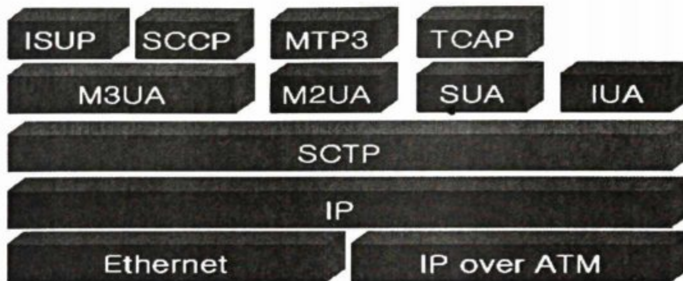
b. Mô hình chức năng

Mô hình chức năng của SIGTRAN bao gồm 3 thành phần được thể hiện trong hình sau:



Hình 8.28. *Mô hình chức năng của SIGTRAN.*

Theo thuật ngữ của Softswitch, mô hình này thể hiện chức năng chính của SIGTRAN là truyền bản tin báo hiệu số 7 giữa Signalling Gateway và Media Gateway Controller qua mạng IP. Để làm điều này, SIGTRAN sử dụng một loạt các giao thức thành phần và các module tương thích bao gồm: SCTP (Stream Control Transport Protocol: Giao thức truyền tải điều khiển dòng), M2UA (MTP lớp 2), IUA (lớp tương thích với người dùng ISDN). Ngăn xếp giao thức SIGTRAN được minh hoạ trên hình như sau:



Hình 8.29. *Ngăn xếp giao thức SIGTRAN.*

a) SCTP

SCTP là giao thức hướng kết nối ở cùng cấp với TCP có chức năng cung cấp việc truyền bản tin một cách tin cậy giữa những người sử dụng SCTP ngang cấp.

b) M2PA (Message Transfer Path 2 peer to peer Adaptation)

M2PA hỗ trợ việc truyền bản tin báo hiệu số 7 lớp MTP3 qua mạng IP. Signalling Gateway sử dụng giao thức thích ứng này đóng vai trò như một nut mạng SS7. M2PA có chức năng như MTP2.

c) M2UA (MTP2 User Adaptation)

M2UA cũng được sử dụng để truyền bản tin lớp MTP3 nhưng Signalling Gateway sử dụng nó không phải là một nút mạng SS7.

d) M3UA (MTP3 User Adaptation)

M3UA được dùng để truyền bản tin người dùng lớp MTP3 (như bản tin ISUP, SCCP). Lớp này cung cấp cho ISUP và SCCP các dịch vụ của MTP3 tại Signalling Gateway ở xa.

e) SUA (SCCP User Adaptation)

SUA định nghĩa giao thức truyền bản tin báo hiệu của người dùng lớp SCCP (TCAP, RANAP). SUA cung cấp cho TCAP các dịch vụ của lớp SCCP tại Signalling Gateway ở xa.

8.6.4. MGCP (Media Gateway Control Protocol)

a. Giới thiệu về MGCP

MGCP là giao thức ở mức ứng dụng dùng để điều khiển các gateway thoại từ các thiết bị điều khiển cuộc gọi, được gọi là MGC (Media Gateway Controller) hoặc CA (Call Agent)

MGCP là sự bổ sung của cả hai giao thức SIP và H.323, được thiết kế đặc biệt như một giao thức bên trong giữa các MG và các MGC cho việc tách hoá kiến trúc GW. . Trong đó, MGC xử lý cuộc gọi bằng việc giao tiếp với mạng IP qua truyền thông với một thiết bị báo hiệu địa chỉ giống như H.323 GK hoặc SIP Server và với mạng chuyển mạch kênh qua một GW báo hiệu tuỳ chọn. MGC thực hiện đầy đủ chức năng của lớp báo hiệu trong H.323 và như một H.323 GK. MG có nhiệm vụ chuyển đổi giữa dạng tín hiệu analog từ các mạch điện thoại, với các gói tin trong mạng chuyển mạch gói. MGCP hoàn toàn tương thích với VoIP GW. Nó cung cấp một giải pháp mở cho truyền thông qua mạng và sẽ cùng tồn tại với H.323 và SIP.

b. Kiến trúc và các thành phần

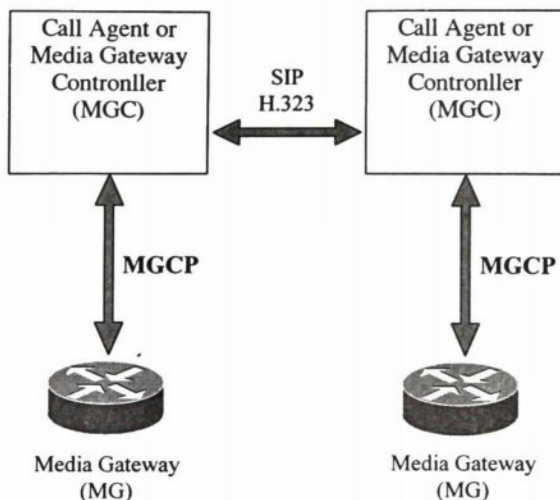
MGCP là giao thức sử dụng phương thức master/slave. Trong đó MGC đóng vai trò là master, còn MG là slave.

Quan hệ giữa MG và MGC (hay CA) được mô tả trên hình 13. MGC thực hiện báo hiệu cuộc gọi, điều khiển MG. MGC và MG trao đổi lệnh với nhau thông qua MGCP.

Quá trình thiết lập giữa hai đầu cuối tại các Gateway cùng được quản lý bởi MGC diễn ra như sau:

- MGC gửi CreatConnection tới GW đầu tiên. GW sẽ định vị các tài nguyên cần thiết và gửi trả các thông tin cần thiết cho kết nối như địa chỉ IP, cổng UDP, các tham số cho quá trình đóng gói. Các thông tin này được chuyển tiếp qua MGC.

- MGC gửi CreatConnection tới GW thứ hai chứa các thông tin chuyển tiếp ở trên. GW này trả về các thông tin mô tả phiên của nó.



Hình 8.30. *MG và MGC.*

- MGC gửi lệnh ModifyConnection tới đầu cuối thứ nhất.Quá trình kết nối thành công sau khi hoàn tất các bước trên.

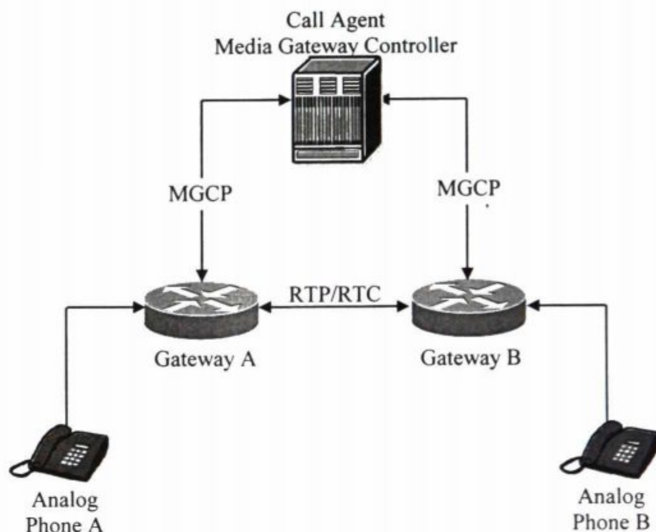
c. Thiết lập cuộc gọi

Trình tự thiết lập cuộc gọi giữa hai máy điện thoại A điện thoại B như sau:

- Khi máy điện thoại A được nhấc lên Gateway A gửi bản tin cho MGC.
- Gateway A tạo âm mời quay số và nhận số bị gọi.
- Số bị gọi được gửi cho MGC.
- MGC xác định định tuyến cuộc gọi như thế nào.

MGC gửi lệnh cho Gateway B

- Gateway B đổ chuông ở máy B.
- MGC gửi lệnh cho Gateway A và B tạo phiên kết nối RTP/RTCP.

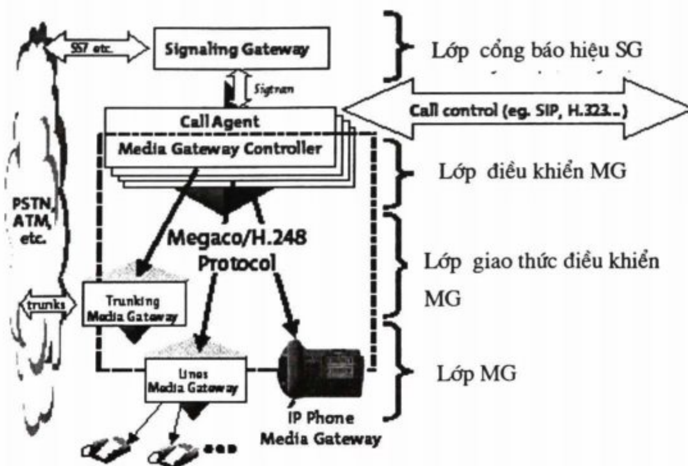


Hình 8.31. *Thiết lập cuộc gọi giữa A và B.*

8.6.5. MEGACO

a. Giới thiệu về MEGACO

MEGACO là giao thức điều khiển cổng phương tiện nói chung, bao gồm cổng nội hạt, trung kế trong mạng PSTN, giao diện ATM, giao diện thoại và dây analog, điện thoại IP, các loại server... Với tính năng hỗ trợ rộng rãi các ứng dụng một cách mềm dẻo, đơn giản và hiệu quả ở mức chi phí hợp lý, MEGACO sẽ là chuẩn được sử dụng trong mạng thế hệ mới. MEGACO không bị ràng buộc với bất kỳ một giao thức điều khiển cuộc gọi ngang cấp nào (ví dụ SIP hay H.323) và hoàn toàn tuỳ thuộc vào thiết kế của người quản trị mạng. Kiến trúc của MEGACO dựa trên 3 lớp: lớp MGC, lớp MG, lớp MEGACO.



Hình 8.32. *Kiến trúc điều khiển của MEGACO.*

Lớp MGC chứa tất cả các phần mềm điều khiển, xử lý cuộc gọi. Lớp này thực hiện các đặc điểm ở mức cuộc gọi như phát triển cuộc gọi, chuyển cuộc gọi, hội thoại hay hold. Lớp MGC cũng thực hiện giao tiếp với các MGC cũng như các thực thể ngang cấp hay cấp dưới khác, MGC quản lý mọi thuộc tính trong quá trình giao tiếp.

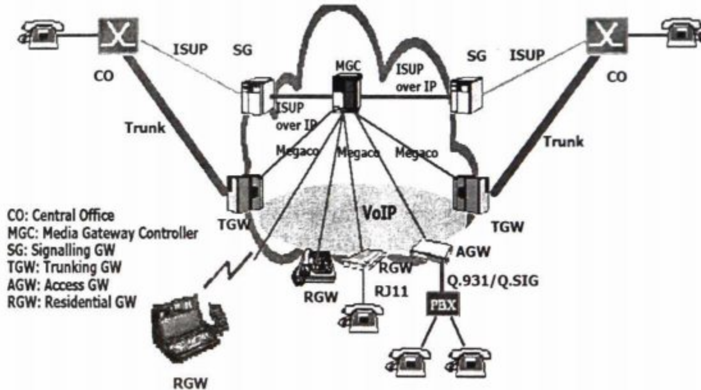
Lớp MG thực hiện các kết nối lưu lượng đi và tới các mạng khác, tương tác với các luồng lưu lượng này qua ứng dụng báo hiệu và sự kiện. Lớp MG cũng điều khiển các thuộc tính thiết bị của cổng phương tiện (ví dụ như giao diện với người dùng). Lớp này không hề biết gì về việc điều khiển các thuộc tính cuộc gọi và hoạt động theo sự điều khiển của lớp MGC.

Lớp MEGACO/H.248 quy định cách thức mà lớp MGC điều khiển lớp MG.

b. Chức năng của giao thức MEGACO

Giao thức MEGACO/H.248 định nghĩa giao diện điều khiển của MGC đối với MG. MEGACO cung cấp các chức năng sau:

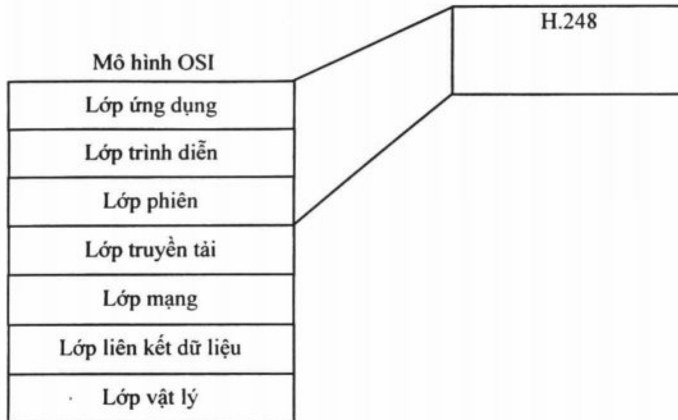
- Điều khiển các loại MG khác nhau (TGW, RGW, AGW, MS...).
- Hỗ trợ đàm phán quyết định các thuộc tính cuộc gọi.
- Có khả năng xử lý cuộc gọi đa người dùng.
- Hỗ trợ QoS và đo lường lưu lượng (các thông tin thống kê sau mỗi kết nối).
- Thông báo lỗi giao thức, mạng, hay các thuộc tính cuộc gọi.



Hình 8.33. *Vị trí và chức năng của giao thức MEGACO/H.248.*

c. Vị trí của giao thức MEGACO trong mô hình OSI

Như chỉ ra trong hình 8.24, giao thức MEGACO thực hiện chức năng của mình ở 3 lớp trên cùng trong mô hình OSI: lớp ứng dụng, lớp trình diễn và lớp phiên.



Hình 8.34. *Giao thức MEGACO trong mô hình OSI.*

c. Hoạt động của giao thức MEGACO

Khi một đầu cuối nào đó nhấc máy và định thực hiện cuộc gọi, sự kiện offhook này sẽ được phát hiện bởi MG quản lý nó. MG sẽ thông báo sự kiện này tới MGC trực thuộc, MGC sẽ chỉ định MG này bằng một lệnh để gửi âm báo mời quay số tới đầu cuối đó, đồng thời digitmap cũng được MG này cập nhật từ MGC, để phục vụ cho việc thu các chữ số và gửi toàn bộ số được quay về MGC.

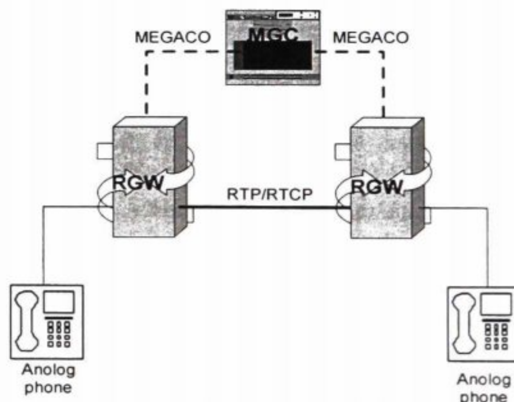
Giả sử đầu cuối bị gọi thuộc một MG khác nhưng cùng được quản lý bởi MGC trên. Quá trình thiết lập liên kết được tiến hành theo 3 bước cơ bản sau:

MGC yêu cầu MG thứ nhất thiết lập một kết nối tại điểm kết cuối thứ nhất. MG này sẽ phân bổ tài nguyên cho kết nối yêu cầu và đáp ứng lại bằng bản tin trả lời. Bản tin trả lời sẽ chứa các thông tin cần thiết để MG thứ hai có thể gửi các bản tin một cách tin cậy tới liên kết vừa thiết lập. Các thông tin này có thể là: địa chỉ IP, tên cổng UDP, TCP hay các thông tin đóng gói bản tin.

Tương tự, MGC cũng yêu cầu MG thứ hai thiết lập một liên kết ở điểm kết cuối thứ hai. MG này phân bổ tài nguyên cho kết nối này trên cơ sở các thông tin trong bản tin đáp ứng của MG thứ nhất. Tới lượt, MG thứ hai cũng đáp ứng lại bằng bản tin chứa các thông tin cần thiết nhằm đảm bảo MG thứ nhất có thể gửi các bản tin một cách tin cậy tới liên kết vừa thiết lập bởi MG thứ hai.

Các thông tin trong bản tin đáp ứng của MG thứ hai sẽ được gửi tới MG thư nhất. Khi này liên kết đã được thiết lập, quá trình truyền thông có thể diễn ra theo hai chiều. Lưu lượng được truyền tải nhờ các giao thức RTP hay RTCP.

Trong trường hợp hai MG được quản lý bởi 2 MGC khác nhau, các MGC này sẽ trao đổi các thông tin báo hiệu thông qua một giao thức báo hiệu từ MGC tới MGC (có thể là SIP hay H.323) để đảm bảo việc đồng bộ trong việc thiết lập kết nối tới hai điểm kết cuối.



Hình 8.35. *Mô tả cuộc gọi MEGACO.*

Khi liên kết đã được thiết lập, các tham số của nó được giám sát bởi MGC và có thể được thay đổi dưới các lệnh của MGC (ví dụ như thêm một kết cuối vào liên kết).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Hồng Sơn, **Cơ sở kỹ thuật chuyển mạch và tổng đài**, NXB Giáo dục, năm 2001

[2] Dương Văn Thành, **Cơ sở kỹ thuật chuyển mạch**, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, năm 2000

[3] **Tìm hiểu về mạng thế hệ mới NGN**, Trung tâm ứng dụng công nghệ- Viện KHKT Bưu Điện, năm 2005

[4] H. Jonathan Chao, Cheuk H. Lam, Eiji Oki, **Broadband Packet Switching Technologies**

[5] Roger L. Freeman, **Fundamental of telecommuniction**

ThS. Đỗ Văn Quyền (Chủ biên)
CN. Nguyễn Thị Ngân

GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH VÀ TỔNG ĐÀI

Chịu trách nhiệm xuất bản: TS. PHẠM VĂN DIỄN
Biên tập: ThS. NGUYỄN HUY TIẾN
Trình bày bìa: TRỊNH THÙY DƯƠNG

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 200 cuốn khổ 15,5 x 22,5cm, tại Công ty In Thanh Bình.
Số đăng ký kế hoạch XB: 215 – 2010/CXB/314-17/KHKT, ngày 5/3/2010.
Quyết định XB số: 112/QĐXB – NXBKHKT, ký ngày 25/6/2010.
In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2010.